

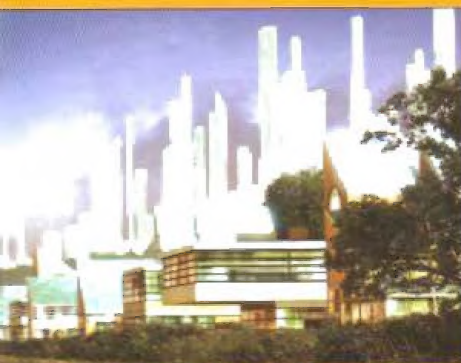
المجلد 23 - العدد 1  
يناير (كانون الثاني) 2007

SCIENTIFIC  
AMERICAN

January 2007

مجلة  
العلوم

الترجمة العربية لعلوم ساينس فاكت  
تصدر شهرياً في دولة الكويت عن  
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي



نمو متسارع للطاقة المتجددة



تأمين وقود لوسائل النقل المستقبلية



برمجيات خبيثة تقزو  
الهواتف الخلوية



الهندسة الهيدروليكية في المكسيك  
ما قبل التاريخ

نقريب خاص:  
العصبونات المرآتية والتوحد  
MIRROR NEURONS AND AUTISM



العدد 225 - السعر: 1.500 دينار كويتي

## ترجمة في مراجعة

## المقالات

### تأمين الوقود لوسائل النقل المستقبلية

يوسف علي محمود - بسام المعصراني

< B J > هيوود

تقانات جديدة ومركبات أخف وأنواع بديلة من الوقود يمكن أن تخفف انبعاثات غاز الدفيئة من السيارات والشاحنات



4

### أسباب غير تيزكية للانقراضات الجماعية القديمة

فؤاد العجل - عبدالقادر عابد

< P P > وورد

غازات خانقة وحرارة مرتفعة انبعثت من باطن الأرض والبحار، أسبابها غير تيزكية (كويكبة)، أحدثت على الأرجح عدة انقراضات جماعية قديمة. فهل يمكن أن تتشكل من جديد شروط الدفينة القائلة نفسها؟



8

### برمجيات خبيثة تغزو الهواتف الخلوية

حاتم النجدي - محمد دبس

< A J > هيبوس

على المستهلكين وشركات صناعة الهواتف وشركات الأمن التحرك سريعا للتصدي لتهديد فيروسات جديدة تستهدف الأجهزة الخلوية (النقالة).



16

### الهندسة الهيدروليكية في المكسيك ما قبل التاريخ

حان خوري - عدنان الحموي

< A J > تيلي

قبل نحو ثلاثة آلاف سنة، شيد أسلاف الأزتكس في العالم الجديد المنظومات الأولى لإدارة المياه على نطاق واسع

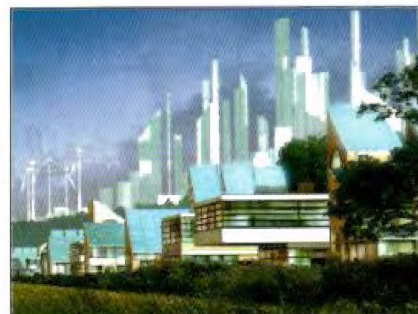


24

«مجلة العلوم» تصدر شهرياً في الكويت منذ عام 1986 عن «مؤسسة الكويت للتقدم العلمي»، وهي مؤسسة أهلية تأسست عام 1981 بقرار من مجلس إدارة جامعة الكويت. وقد أسست عام 1978 بهدف العناية في التطوير العلمي والتحصين في بؤرة التفكير والبحث من خلال دعم الأنشطة العلمية والاجتماعية والثقافية. «مجلة العلوم» هي في ثلاثة مستويات: ترجمة، مساهمة، وأخرى. «سايينس فيد أفريكا» التي تأسست من عام 1984 إلى 1985 هي مجلة علمية في عالم اليوم. وهي تسعى هذه المجلة منذ نشأتها عام 1985 إلى تحقيق الفارق. علم التخصص من متابعة تطورات معارف عصره العلمية والثقافية وتوفر معرفة شمولية للفارق. التخصص حول موضوع تخصصي «سايينس فيد أفريكا» يشار إلى عصرية عالية وعمرها يحرصها السبق للمواد العلمية المتقدمة وباستخدام الفهم للعلوم والعلوم والتكنولوجيا.

## 32 نمو متسارع للطاقة المتجددة

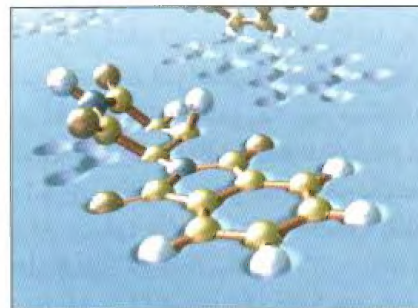
بسام المعصراتي - أحمد الحصار



توشك الخلايا الشمسية وتوربينات الرياح والوقود البيولوجي أن تصبح مصادر رئيسية للطاقة

## 42 مستقبل واعد للدماغ الجزيئي

محمد عبد الحميد شاهين - عبد الحافظ حلمي



تستطيع دماغات بلاستيكية بالغة الصغر ومحاكيات للجزيئات البيولوجية أن تُسرّع اكتشاف الأدوية وتحذّر من الإرهاب البيولوجي وتزيل السموم من البيئة

## تقرير خاص

### مرايا في العقل

«ريزولاتي» - «إ. هيكاسي» - «إ. كانيسي»

زياد القطب - عدنان الحموي



قد تتوسط العصبونات المرآتية، وهي صنف خاص من خلايا الدماغ، مقدرتنا على تقليد وتعلّم وفهم أفعال الآخرين ومقاصدهم.

### مرايا متكسرة: نظرية في التوحد (الذاتوية)

عدنان تكريتي - —

«إ. رامشاندرا» - «M. أوبرمان»



حيثما تصاب منظومة العصبونات المرآتية في الدماغ بحلل وظيفي، فقد ينتج من ذلك نقصان في إدراك أحاسيس الآخرين وحالات أخرى خاصة بالتوحد.

## 66 وجهة نظر

لحافظ على حياد الإنترنت

## 64 أخبار علمية

- المنظومة لاش
- حلقات ثانوية لا تنسى
- دويار عند القمة الحثيية
- نقاط موحدة

# تأمين الوقود لوسائل النقل المستقبلية

ما الخيارات المتاحة لتقليل الطلب على النفط ولتخفيض انبعاثات غاز الدفيئة من السيارات والشاحنات الخفيفة؟

(J. B. هيود)

## الخيارات المتاحة

هناك العديد من الخيارات التي يمكن أن تحدث تعديلاً جوهرياً فمن الممكن تحسين تقانة المركبات أو تغييرها. ومن الممكن تغيير نمط استخداماً للمركبات. ومن الممكن تقليل حجم المركبات. ومن الممكن استخدام أنواع أخرى من الوقود. ومن الأرجح أنه سيتعين علينا تطبيق هذه الخيارات جميعها لتقليل استهلاكنا للطاقة قليلاً جذرياً وتقليل انبعاثات غاز الدفيئة.

وعند تفحص هذه الخيارات ينبغي أن نأخذ بالاعتبار عوامل عديدة تتعلق بنظام النقل الحالي. فنظام النقل هذا يتلاءم مع سياق استخدامه الأولي. أي العالم المتطور خلال عقود من الاستخدام كان لهذا النظام متسع من الوقت لينتقل على نحو يحصل فيه توازن بين التكلفة الاقتصادية واحتياجات المستخدمين ورغباتهم. والأمر الثاني الذي ينبغي أخذه بالاعتبار هو أن هذا النظام الضخم الفعال يستند كلياً إلى مصدر طاقة ملامت هو البترول، وهذا أدى إلى تطوير أنواع من التقانة - محرك الاحتراق الداخلي على الأرض والمحركات النفاثة (التوربينات الغازية) في الجو - تلائم عمل المركبات مع هذا الوقود السائل الغني بالطاقة والأمر الأخير الذي ينبغي أخذه بالاعتبار هو أن المركبات تستمر في العمل فترة زمنية طويلة. ولذلك فإن التغيير السريع سيكون ذا صعوبة مزدوجة، وسوف يستغرق الحد من التأثيرات المحلية والعالمية لاستخدام الطاقة في وسائل النقل ومن ثم تقليلها عقوداً قادمة.

أيضاً نحتاج إلى أن نتذكر أن معايير الكفاءة قد تكون مضللة. فالمهم هو مقدار الاستهلاك الفعلي للوقود خلال السياقة الفعلية. فكفاءة محرك الاشتعال بالشرارة الحالي الذي يعتمد البنزين وقوداً - تقرب من 20 في المئة عند السياقة داخل المدن، وفي أفضل ظروف التشغيل تبلغ الكفاءة نحو 35 في المئة ولكن في الكثير من الرحلات القصيرة عندما يكون المحرك بارداً ويكون الطقس بارداً، إضافة إلى ظروف سياقة قاسية، يزداد استهلاك الوقود ازدياداً محسوساً. وكذلك إن بقاء المحرك مشغولاً فيما العربة متوقفة زمناً طويلاً والفقد الحاصل في جهاز نقل الحركة يوشران في ازدياد الاستهلاك. فهذه الظروف الواقعية تنقص كفاءة المحرك الوسطية، بحيث لا يتم

إذا توخينا الأمانة فإن معظمنا، في البلدان الغنية، سيعترف بحبه نظم وسائل النقل الحالية. ذلك أن هذه الوسائل تمكننا من التنقل وقتما نشاء - وعادة، من الباب إلى الباب - بشكل منفرد أو مع العائلة أو الأصدقاء. ومع امتعتنا أيضاً إن شبكة توزيع البضائع، غير المرئية غالباً، تقوم بنقل البضائع من مكان إلى آخر وتدعم نمط معيشتنا وما دام الأمر كذلك، فما الداعي للقلق حول المستقبل وعلى وجه الخصوص حول كيفية تأثير الطاقة، التي هي القوة المحركة لوسائل النقل، في بيتنا؟

تكمّن الإجابة في حجم نظم وسائل النقل هذه ونموها الذي لا يمكن إيقافه. وهي تستخدم الوقود المشتق من النفط (البترول والديزل) بمعدلات لا يمكن تخيلها. فعنصر الكربون في هذا الوقود يتأكسد ليتحول إلى ثاني أكسيد الكربون - الذي هو من غازات الدفيئة - خلال سيروية احتراق الوقود. وهذا يعني أن الاستخدام المكثف لذلك الوقود يؤدي إلى صعود كميات هائلة من غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي وتسهم وسائل النقل في 25 في المئة من مجمل غازات الدفيئة المنبعثة في الغلاف الجوي على المستوى العالمي. ومع تنامي انتشار وسائل النقل في البلدان النامية، فإن الطلب العالمي المتزايد على الوقود سوف يجعل التحكم في تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي من أكبر التحديات التي تواجهنا. إن أسطول المركبات الخفيفة في الولايات المتحدة (السيارات، وشاحنات البكج pickup، والشاحنات الخفيفة) يستهلك 150 بليون كالون (550 بليون لتر) من البنزين سنوياً، وهذا يعادل 1.3 كالون من البنزين يومياً للفرد. فإذا استهلكت الأمم الأخرى البنزين بالمعدل ذاته فإن الاستهلاك السنوي العالمي سيرتفع إلى عشرة أضعاف الاستهلاك الحالي تقريباً.

وعندما ننظر إلى المستقبل، فما الإمكانيات المتاحة للاستمرار في الاستفادة من وسائل النقل بتكلفة مقبولة؟

## نظرة إجمالية

- إن الاستخدام المكثف للوقود البترولي في النقل يطلق كميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون في الجو - نحو 25 في المئة من كمية هذا الغاز على المستوى العالمي.
- تتضمن الخيارات المتاحة للحد من هذه الانبعاثات أو خفضها تحسين تقانة المركبات وإنقاص حجمها وتطوير أنواع مختلفة من الوقود وتغيير طرق استخدام المركبات.
- على الأغلب، سنحتاج إلى اتباع كافة هذه الخيارات لتحقيق النجاح.



تحويل سوى نحو 10 في المئة من الطاقة الكيميائية الكامنة في الوقود إلى طاقة حركة للمركبة وقد عبر «*لوفينر*» [وهو من أكبر دعاة استخدام المركبات الصغيرة ذات الكفاءة الأكبر] عن هذه الحقيقة بالصورة الآتية: «إذا كانت كفاءة المركبة 10 في المئة وإذا أخذنا بالاعتبار وزن السائق إضافة إلى وزن راكب واحد وبعض الأمتعة، وهذا يعادل حمولة صافية تبلغ نحو 135 كيلوغرام (300 باوند) - أي نحو 10 في المئة من وزن المركبة - فإن 1 في المئة فقط من طاقة الوقود الموجود في صهريج العربة هو الذي يحرك هذه الحمولة.»

وينبغي لنا أن نأخذ في حسابنا تكلفة إنتاج الوقود وتوزيعه، وتكلفة استخدام المركبة خلال عمرها الافتراضي الذي هو نحو 240 000 كم (150 000 ميل). إضافة إلى تكلفة صنع المركبة وصيانتها والتخلص منها وعادة ما تسمى هذه

الطوار الثلاثة المتعلقة بتشغيل المركبة طور من بنر النفط إلى خزان الوقود، وطور من الخزان إلى العجلات، وأخيراً طور من المهد إلى اللحد. ويسهم الطور الأول بنحو 15 في المئة من الفترة الكلية لاستخدام الطاقة وانبعاثات غاز الدفيئة، في حين يسهم الطور الثاني بنحو 75 في المئة من ذلك، ويسهم الطور الثالث بنحو 10 في المئة. ومن المدهش أن الطاقة اللازمة لإنتاج الوقود ولتصنيع المركبة ليست كمية مهمة وحسابات الدورة الكاملة هذه تكتسب أهمية. وبخاصة عند أخذنا بالاعتبار استخدام أنواع من الوقود لا تعتمد على البترول وأنواع جديدة من تقانة

المركبات فما يستفاد منه وما ينبعث بهذا المعنى الإجمالي هو المهم

إن تحسين تقانة المركبات الخفيفة الموجودة حالياً يستطيع عمل الكثير: ذلك أن استثمار قدر أكبر من المال - بهدف زيادة كفاءة المحرك والية نقل الحركة

وإنقاص الوزن وتحسين الإطارات وتقليل مقاومة الهواء - يمكن أن يؤدي إلى إنقاص استهلاك الوقود بمقدار الثلث تقريباً خلال السنوات العشرين القادمة أو نحو ذلك - تحسين بمعدل 1 إلى 2 في المئة سنوياً (وهذا الإنقاص سيكلف ما بين 500 و 1000 دولار لكل مركبة، وهذا المبلغ لن يزيد في تكلفة المركبة خلال سني عملها بحساب الأسعار المستقبلية للوقود). وأسماط التحسينات هذه كانت تُجرى على مدى السنوات الخمس والعشرين الماضية بصورة دائمة. لكننا كنا نشترى سيارات وشاحنات صغيرة أكبر وأثقل وأسرع فالغينا بذلك الفوائد التي كان بإمكاننا تحقيقها بوساطة هذه التحسينات. ومع أن التحول إلى السيارات الأكبر والأقوى أكثر ظهوراً في الولايات المتحدة، فقد حدث أيضاً في أمكنة أخرى من

سيارة مقترحة من الشركة فولكسفاغن صُممت لتحمل راكبين داخل المدن والضواحي. وزن هذه السيارة 290 كغ (460 باوند) وتقطع 240 ميل نكل كالورن، وهي موجودة كنموذج أولي فقط

العالم إننا نحتاج إلى طرائق تحفز المشتريين على استخدام الإمكانيات المتاحة لتقليل استهلاك الوقود وتقليل انبعاثات غاز الدفيئة لتوفير الوقود والحد من التلوث

وفي المدى القريب، إذا تم إنقاص وزن المركبات وحجمها وإذا ما قام المستورون والمصنعون بتخطي الرغبة في زيادة قدرة المركبات وأدائها باستمرار. عندئذ ربما أمكننا، في البلدان المتطورة، إبطاء معدل الطلب على البترول، ثم جعله يتوقف عند 20 في المئة أعلى من معدله الحالي في مدى يراوح بين 15 و 20 سنة. إذ يبدأ هذا المعدل بالتناقص بعد

ذلك. ولا يبدو هذا التوقع جسوراً بالدرجة الكافية، بيد أنه تصد بواحهنا ويختلف تماماً عن مسارنا الحالي الذي يتضمن نمواً مستقراً في استهلاك الوقود بمعدل 2 في المئة سنوياً تقريباً أما على المدى الطويل فلدينا بدائل أخرى: إذ يستطيع تطوير

أنواع من الوقود تحل جزئياً محل البترول ونستطيع أن نتحول إلى أنظمة دفع جديدة تستخدم الهيدروجين أو الكهرباء، ونستطيع المضي أبعد من ذلك بتصميم مركبات أصغر وأخف من تلك المستخدمة حالياً مع التشجيع على قبولها

وقد يكون من الصعوبة بمكان تحقيق خيار الوقود البديل ما لم يكن هذا الوقود منسجماً مع نظام التوزيع القائم حالياً وكذلك فإن الوقود المستخدم حالياً هو سائل ذو كثافة عالية من الطاقة - ومن ثم فإن اللجوء إلى وقود ذي كثافة أقل من الطاقة يستلزم استخدام خزانات وقود أكبر أو الاكتفاء بمدى أقل للمسافة القصوى التي

### الاستهلاك اليومي للبترول في العالم

حالياً، يستهلك الناس 80 مليون برميل يومياً [MBD] ويذهب ثلثا هذه الكمية لوسائل النقل

5	19	29	53
ملايين برميل يومياً لنقل الناس والبضائع جواً	مليون برميل يومياً للتشحن البري (نقل البضائع)	مليون برميل يومياً لنقل البري (نقل الناس)	مليون برميل يومياً لإجمالي النقل

Daily Use of Petroleum Worldwide  
tank-to-wheels (●)  
well-to-tank (▲)  
high energy density (□)  
cradle-to-grave (○)





## أسباب غير نيزكية للانقراضات الجماعية القديمة<sup>(1)</sup>

غازات خانقة وحرارة مرتفعة انبعثت من باطن الأرض والبحار، أسبابها غير نيزكية (كويكبية)، أحدثت على الأرجح عدة انقراضات جماعية قديمة. فهل يمكن أن تتشكل من جديد شروط الدفينة القاتلة نفسها؟

(1) > وورد<

الحياة في أسلوب لا يمكن تصوره من قبل. وقد تضع نشاطات البشر الحالية الغلاف الحيوي في خطر مرة أخرى

### وفقا للجيولوجي <الفاريز><sup>(2)</sup>

ومما يساعد على فهم الحماس العام لنموذج التصادم مراجعة الأدلة التي غدّته فالسياريو الذي وضعه الجيولوجي <W> الفاريز بالاشتراك مع والده الفيزيائي <L> الفاريز والمختصين بالكيمياء النووية <H> ميتشل و <A> أسارو، يحتوي على فرضيتين منفصلتين الأولى تفترض أن نيزكا كبيرا إلى حد ما - قُدِّر قطره بنحو 10 كم - ضرب الكرة الأرضية قبل نحو 65 مليون سنة، والفرضية الأخرى هي أن النتائج البيئية للتصادم أدت إلى نفوق أكثر من نصف عدد أنواع الكائنات الحية فقد وجدوا أثارا خلّفتها الصدمة في الغبار المترسب على شكل طبقة ثخينة من الأيريديوم - وهو عنصر فلزي نادر على الأرض ولكنه شائع في مواد أصلها من خارج الكرة الأرضية

وفي غضون عقد من الزمن من هذا الإعلان المدهش كُشِفَت بصمة القاتل على شكل حفرة ارتطام تشيكسولوب Chicxulub محتفية في سهل مبسط شبه جزيرة يوكاتان في المكسيك. فقد أزال اكتشافها معظم الشكوك المتبقية حول انتهاء الديبوصورات بضربة واحدة. وفي الوقت نفسه، أثارت شكوكا جديدة حول أحداث الانقراضات الجماعية الأخرى إذا كان أحدها قد حصل بسبب تصادم. فما الذي حصل بشأن بقية الانقراضات في الواقع. لقد أُبِيدَ معظم أشكال الحياة على الأرض خمس مرات في أثناء الـ 500 مليون سنة الماضية من تاريخ الأرض. فقد جرى أول حدث من هذا النوع في نهاية الدور الأوردوفيسي. قبل نحو 443 مليون سنة. أما الحدث الثاني فقد حَدَثَ بالقرب من نهاية الدور الديفوني، أي قبل نحو 374 مليون سنة. وأكبر هذه الانقراضات هو **النفوق الكبير** the Great Dying الذي حدث في نهاية النور البرمي - قبل نحو 251 مليون سنة، وقد أدى إلى إبادة 90% من الكائنات البحرية و70% من النباتات والحيوانات، وحتى

أشار الفيلسوف والمؤرخ <Th> <K> هَن إلى أن شروع المعرفة العلمية تتطور إلى حد ما مثل الكائنات الحية وعوضا عن تطورها ببطء، فإنها تتمتع بمدد طويلة من الاستقرار تقطعها ثورات قليلة الحدوث وذلك بظهور أنواع جديدة - ويتطور العلم تظهر نظريات جديدة ويناسب هذا الوصف بصورة خاصة حقل دراسي، أي أسباب الانقراضات الجماعية ونتاجها - تلك الثورات البيولوجية الدورية عندما كان يفرض جزء كبير من مخلوقات الأرض الحية ولا يعود بعدها أي شيء لما كان سابقا

ومنذ تعرّف هذه الانقراضات الجماعية التاريخية أول مرة. قبل نحو قرنين من الزمن، اعتقد علماء الأحافير أنها كانت أحداثا تدريجية سببتها تغيرات مناخية وقوى بيولوجية، مثل الافتراض والتنافس والمرض. ولكن في عام 1980، تعرّض فهم الانقراضات الجماعية إلى ثورة <كهنية> (نسبة إلى الفيلسوف كهن). عندما أشار فريق من الباحثين [بجامعة كاليفورنيا في بركلي] بقيادة الجيولوجي <W> الفاريز، إلى أن الانقراض الشهير القاتل للدينوصورات، قبل نحو 65 مليون سنة، حدث بسرعة نتيجة كارثة في النظام البيئي أعقبت تصادم نيزك (كويكب) مع الأرض. وعلى مدى العقدين التاليين، أحرزت فكرة إمكانية قتل جزء كبير من الحياة على الأرض بنيزك من الفضاء قبولا واسعا - إذ اعتقد كثير من الباحثين في النهاية أن فئات الصخر الناتجة من تصادم نيزك مع الأرض سببت على الأرجح ثلاثة انقراضات على الأقل من الانقراضات الجماعية الخمسة الكبرى وقد اتخذ قبول الجماهير لهذه الفكرة شكلا محددا مع إنتاج هوليوود السينمائي الفائق المتمثل بالفيلمين **إمباكت Deep Impact وأرماگدون Armageddon**

وفي الوقت الحاضر، فإن تحولاً آخر في تفكيرنا حول ماض متقطع للحياة مازال في طور التشكل. إن هناك دليلا جيوكيميائيا جديدا موجودا في مجموعات من الصخور المتطبقة التي تمثل أحداث الانقراض الجماعي في السجل الجيولوجي ويتضمن الدليل الاكتشاف المثير لبقايا كيميائية دعت **مؤشرات بيولوجية (حيوية) biomarkers** عضوية، تنتجها أشكال الحياة الدقيقة التي لا تترك بقايا أحفورية. وتوضح هذه البيانات مجتمعة أن التصادم الكارثي كسبب للانقراض الجماعي كان الاستثناء وليس القاعدة. وفي معظم الحالات، يبدو أن الكرة الأرضية نفسها أصبحت العدو الأسوأ

(1) العنوان الأصلي للمقالة IMPACT FROM THE DEEP

After Alvarez

geochemical evidence

stained by

الدور period وهو تقسيم زمني جيولوجي أطول من العصر epoch ومتضمن

(التحرير)

في الحقيقة era



تكثرات كبريتية خضراء وأرجوانية تستعمر نبعاً حاراً وتعيش في مياه خالية من الأكسجين ولكنها غنية بكبريت الهيدروجين. وبدل ازدهار هذه الكائنات الحية في المحيطات في أثناء فترات الانقراض الجماعي القديمة على شروط مشابهة مهيمنة على تلك الأزمنة

الغلاف الجوي العالمي حصلت بسرعة بعد التصادم

وفي انفراضات أخرى، تشير الأدلة إلى التصادم أيضاً فقد سبق للحيولويين أن ربطوا، في بداية سبعينات القرن الماضي، طبقة الأيريديوم الرقيقة بانفراضات نهاية الدور الديفوني وفي عام 2002، أشارت اكتشافات منفصلة إلى عمليات تصادم عند حدود نهاية الدور الترياسي ونهاية الدور البرمي كما لوحظت آثار قليلة من الأيريديوم في طبقة نهاية الدور الترياسي أما بالنسبة إلى الدور البرمي فإن حزيئات «كريات بوكي» buckyballs الكربونية المتميزة التي تحوي غازات كونيّة (من خارج الكرة الأرضية) حبيسة داخلها، تُضيف برهاناً محيراً آخر<sup>(١)</sup> وهكذا توصل الكثير من العلماء إلى

الحشرات، التي تعيش على اليابسة [أنظر: «أم الانقراضات الجماعية»، **العلوم**، العدد 1 (1996)، ص 24] وحدث النفوق الواسع الانتشار مرة أخرى قبل نحو 201 مليون سنة. عند انتهاء الدور الترياسي وأما آخر انقراض كبير فقد حدث بالتصادم الكبير المذكور آنفاً، قبل نحو 65 مليون سنة، منهيًا معه الدور الكريتاسي.

وفي بداية التسعينات من القرن العشرين، تنبأ عالم الأحافير (المستحاثات) «D روبر» في كتابه **الانقراضات: جينات سيئة أم حظ سيئ؟** *Extinctions: Bad Genes or Bad Luck?* بأن عمليات التصادم هي المسؤولة في النهاية عن جميع هذه الانقراضات الجماعية الرئيسية وغيرها من الأحداث الأقل شدة أيضاً وبكل تأكيد. فإن الدليل على التصادم عند حدود دوري الكريتاسي/الثلاثي (K/T) كان مقنعاً وسيبقى. إضافة إلى حفرة تشيكسولب وطبقة الأيريديوم الواضحة، فإن فئات النصادم التي تحوي حجارة متأثرة بضغط التصادم مبعثرة عبر الكرة الأرضية، تشهد جميعها على ذلك. وهناك إشارات كيميائية أخرى في الرواسب القديمة تؤثّق حصول تغيرات سريعة في مناخ وفي تركيب

(٣) Tertiary

(٤) Boundaries

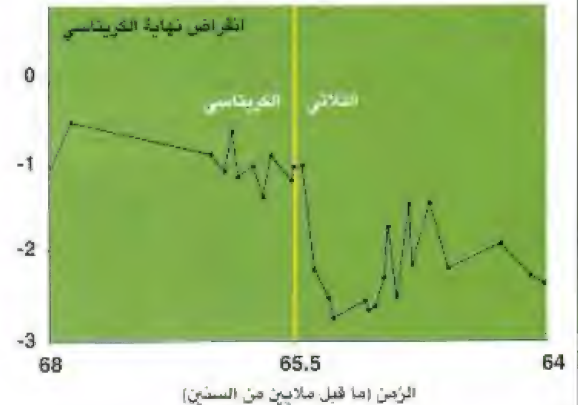
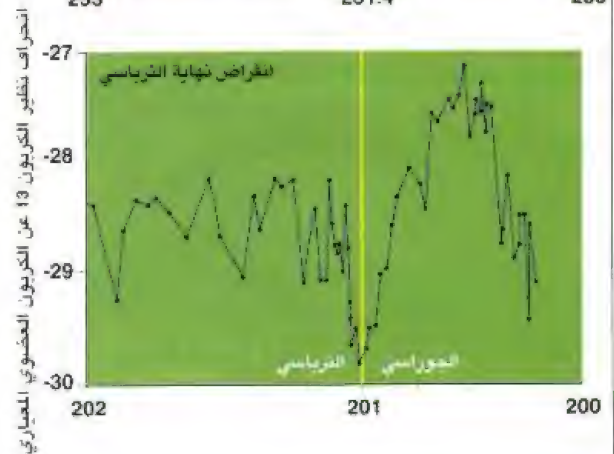
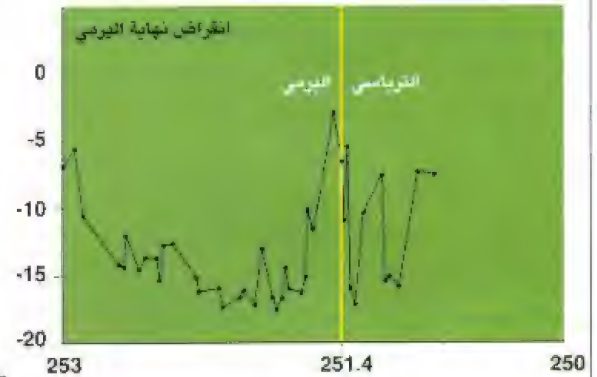
(١) جمع بكثرة

(٢) أنظر "Repeated Blows," by Luann Becker, Scientific American, March 2002



## أنماط الإيابة<sup>11</sup>

يشير نظير الكربون 13 ( $^{13}\text{C}$ ) الموجود في الطبقات الجيولوجية إلى أنماط عمل طويلة الأمد تدعم انقراضين من أحداث الانقراضات الثلاثة القديمة. إن نظير الكربون 13 يكون أكثر غزارة في الغلاف الجوي عندما تكون النباتات البرية والبحرية مزدهرة. وعندما تنفق الحياة النباتية نفوقا جماعيا ينخفض الكربون 13 في الغلاف الجوي انخفاضاً متناسباً مع ذلك. وبمقارنة عينات قديمة مع الكربون المعياري الشائع تُكتشف انخفاضات كبيرة ومتعددة في نسب الكربون 13 أرشدت إلى حدود نهاية الهرمي (في الأعلى) أو إلى حدود نهاية الترياسي (في الوسط). وتشير الانخفاضات إلى أزمنة انقراض متعددة حدثت على مدى مئات الآلاف من السنين. وبالمقابل فإن انخفاض الكربون 13 في الفترة حول الحدود الكريتاسي/الثلاثي (في الأسفل) تمثل إحدى الكوارث البيئية المفاجئة.



## ظاهرة دقيقة مخيفة<sup>12</sup>

قبل نصف عقد تقريبا. بدأت مجموعات صغيرة من الجيولوجيين بتوحيد جهودها مع متخصصين بالكيمياء العضوية لدراسة الشروط البيئية في الأزمنة الحاسمة من تاريخ الأرض وقد تضمن عملهم استخلاص بقايا عضوية من طبقات قديمة بحثاً عن «أحافير» كيميائية تعرف بالمؤشرات البيولوجية. فبعض الكائنات الحية تُخلّف جزيئات عضوية لا تتحلل بسهولة وضارت مدفونة في الصخور الرسوبية. وهذه المؤشرات البيولوجية

Ghastly Greenhouse (x) Patterns of Destruction (x)  
plant communities (x) mineralogical evidence (x)  
biomarkers (x) chemical fossils (x) shocked (x)

من تاريخ الحيوانات والنباتات، لتحديد متى ظهرت الحياة أول مرة على الأرض وتحت أي شروط. وفي السنوات القليلة الماضية، بدأ العلماء، بأخذ العينات من حدود الانقراضات الجماعية وما أثار دهشة الذين يقومون بهذا العمل أن البيانات من فترات الانقراض الجماعي، باستثناء حدث الكريتايسي/الثلاثي، أوضحت أن مياه البحار في العالم عادت أكثر من مرة إلى ظروف الانخفاض الشديد للاكسجين الموجود فيها. المعروف بحالة الإرجاع (الاختزال) anoxia التي كانت شائعة قبل أن تصبح النباتات والحيوانات غزيرة

ومن بين المؤشرات البيولوجية المكتشفة بقايا عدد كبير من البكتيريا الكبريتية الخضر الصغيرة التي تقوم بسيرورة التركيب الضوئي وفي الوقت الحاضر، تعيش هذه البكتيريا مع أقربائها من البكتيريا الكبريتية الأرجوانية، التي تقوم أيضا بسيرورة التركيب الضوئي في البيئات البحرية المرجعة (المختزلة) 'anoxic' (مثل البحيرات الراكدة والبحر الأسود)، وهي تتصف بسمية شديدة وللحصول على الطاقة تركز هذه الكائنات الحية غاز كبريت الهيدروجين (H<sub>2</sub>S)، وهو غاز سام لمعظم أشكال الحياة، وتحوله إلى كبريت، وهكذا فإن غزارتها عند حدود الانقراضات تفتح الطريق أمام تفسير جديد لسبب الانقراضات الجماعية

ومنذ مدة طويلة عرف العلماء أن مستويات الأكسجين كانت أدنى من الوقت الحاضر طوال فترات الانقراض الجماعي، ولكن سبب ذلك لم يحدد بصورة صحيحة على الإطلاق. ومن المحتمل كذلك أن يكون النشاط البركاني الكبير المرافق لمعظم الانقراضات الجماعية قد رفع مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وخفّض نسبة الأكسجين، وأدى إلى احترار عالمي شديد - وهي نظرية بديلة. منذ عهد بعيد، للتصادمات؛ ومع ذلك فإن التغيرات التي تحدثها البراكنة volcanism لا يمكنها بالضرورة تفسير الانقراضات البحرية الجماعية في نهاية الدور البرمي وكذلك لا يمكن للبراكين أن تَعْلَل نفوق النباتات على اليابسة. لأنها تزدهر بزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون؛ كما أنه من المحتمل أن تستمر حياتها مع الاحترار

غير أن المؤشرات البيولوجية في الرواسب البحرية في أحدث صخور البرمي والترياسي، أعطت دليلا كيميائيا على ازدهار البكتيريا المستهلكة لكبريت الهيدروجين ازدهارا كبيرا في البحار ولما كانت هذه الميكروبات لا تعيش إلا في بيئة خالية من الأكسجين وتحتاج إلى ضوء الشمس للقيام بسيرورة التركيب الضوئي، فإن مجرد وجودها في طبقات تمثل بيئات بحرية ضحلة هو بحد ذاته مؤشر يدل على أن سطح البحار نفسه كان في نهاية الدور البرمي خاليا من الأكسجين ولكنه كان غنيا بكبريت الهيدروجين

إن الأكسجين يوجد، بصورة طبيعية، في البحار الحالية بتركيزات متساوية من سطحها حتى قاعها؛ بسبب انحلاله في مياه البحر بدءا من الغلاف الجوي، ثم انتقاله نحو الأسفل بدوران هذه المياه ولكن في حالات استثنائية، كتلك الموجودة في الطبقة المائية السفلى في البحر الأسود، تصبح الظروف مرجعة وتسمح بازدهار تنوع كبير من الكائنات الحية الكارهة للأكسجين في العمود المائي وتفرز هذه الميكروبات اللاهوائية العميقة كميات كبيرة من كبريت

يمكن أن تستخدم دليلا على أشكال الحياة الميتة التي بقيت محفوظة فترة طويلة، والتي لا تترك عادة أية هياكل أحفورية مثلا، إن أنواعا من الميكروبات تخلف أثارا من الشحوم المتميزة الموجودة في أغشية خلاياها - أثارا تظهر بأشكال جديدة في قياس الطيف الكتلي mass spectrometry وهو تقنية تفرز الجزيئات molecules وتميزها بحسب كتلتها لقد وُجِه البحث في المؤشر البيولوجي أولا إلى الصخور الأقدم

## تسمم بطيء

تتنبأ محاكاة حاسوبية بارتفاع تركيزات كبريت الهيدروجين السام واستنفاد تدريجي للأكسجين في المياه السطحية في بحار العالم في نهاية الدور البرمي، ويوضح النموذج المقدم من «M.K. ماير» و«R. كامب» (من جامعة ولاية ينسلفانيا) الطريقة التي أثر فيها الاحترار العالمي - الناجم عن النشاط البركاني الواسع الذي بدأ قبل نحو 251 مليون سنة في منطقة المصاطب السببية من قارة ينكايا Pangaea العالقة - في المحيطات محدثا كارثة في النظام البيئي.

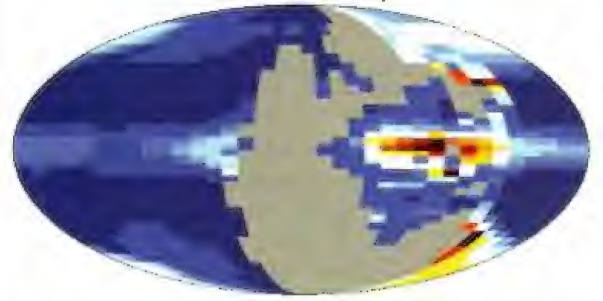
بعد 20 000 سنة



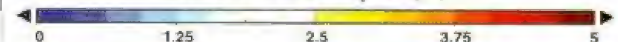
بعد 80 000 سنة



بعد 200 000 سنة



كبريت الهيدروجين المنحل  
(ميكرومول في الكيلوغرام من ماء البحر)



Water column (1) Slow Poisoning (2) mass extinction boundaries (3) أو اللاتاكسجية

## ظاهرة الدفيئة القاتلة

يفسر نموذج جديد للانقراض الجماعي - عند نهاية الدور البرمي (قبل نحو 251 مليون سنة) وعند نهاية الترياسي (نحو 60 مليون سنة بعد ذلك) - كيف أمكن لاحتراق عالمي شديد أن يحدث النقوف في البحر وعلى اليابسة. إن الاضطراب يبدأ بتساقط بركاني واسع يطلق حجوما ضخمة من ثنائي أكسيد الكربون والميثان [1]. تتسبب الغازات في احتراق عالمي سريع [2]. يمتص البحر الأذفا كمية أقل من الأكسجين من الغلاف الجوي [3]. تؤدي حالة الإرجاع<sup>(1)</sup> anoxia إلى عدم استقرار خط التغير الكيميائي chemocline، حيث تلتقي المياه المؤكسدة بالمياه المزودة بكبريت الهيدروجين [H<sub>2</sub>S] الذي تطلقه البكتيريا اللاهوائية القاعية [4]. وكلما ازداد تركيز كبريت الهيدروجين ونقص تركيز الأكسجين، ارتفع خط التغير الكيميائي (الكيموكلاين) بصورة مفاجئة إلى سطح البحر [5]. البكتيريا الكبريتية الخضراء والأرجوانية التي تقوم بسيرورة التركيب الضوئي وتستهلك غاز كبريت الهيدروجين وتعيش عادة عند عمق خط التغير الكيميائي، أصبحت تعيش في المياه السطحية الغنية بغاز كبريت الهيدروجين، حيث تختنق أشكال الحياة البحرية التي تتنفس الأكسجين [6]. وينتشر غاز كبريت الهيدروجين أيضا في الهواء مؤديا إلى قتل الحيوانات والنباتات على اليابسة [7]. ويرتفع هذا الغاز إلى طبقة الاستراتوسفير<sup>(2)</sup>، فيلتف طبقة الأوزون الكوكبية [8]. ومن دون درع الأوزون تقتل أشعة الشمس فوق البنفسجية أشكال الحياة المتبقية [9].

8 يتلف غاز كبريت الهيدروجين درع الأوزون.

الاشعة فوق البنفسجية

9 الأشعة فوق البنفسجية تلت الحياة المتبقية.

1 يطلق التساقط البركاني غازي ثنائي أكسيد الكربون والميثان.

2

احتراق عالمي سريع.

يحلل غاز كبريت الهيدروجين الحيوانات والنباتات البرية

6

تزهو البكتيريا الخضراء والأرجوانية، في حين تختنق الكائنات الحية التي تتنفس الأكسجين

3

تعمق الخطر الدافئة كمية الم من الأكسجين

5

صعوبة كبريت الهيدروجين إلى سطح البحر.

4

تؤدي حالة الإرجاع<sup>(1)</sup> إلى عدم استقرار خط التغير الكيميائي (الكيموكلاين).

خط التغير الكيميائي

الأكسجين المنحل

ازدهار البكتيريا اللاهوائية

غاز كبريت الهيدروجين المنحل

يصعد خط التغير الكيميائي (الكيموكلاين) - الفاصل بين المياه العميقة الغنية بكبريت الهيدروجين وبين المياه السطحية المؤكسدة - إلى سطح الماء بصورة مفاجئة، وتتكون النتيجة المخيفة انطلاق فقاعات كبيرة من غاز كبريت الهيدروجين إلى الغلاف الجوي

وتشير دراساتها إلى أنه تولدت كمية كافية من كبريت الهيدروجين في نهاية اليرمي بعطليات الصعود upwellings البحري، وهذه تسببت في الانقراضات على اليابسة وفي البحار على السواء [انظر الإطار في الصفحة 12] وهذا الغاز الخانق لم يكن القاتل الوحيد؛ إذ بينت نماذج ٨٥ بافلوف، [في حاصصة أريزونا] أن غاز كبريت الهيدروجين سيخرب أيضا درع الأوزون الكوكبي، وهو طبقة في الغلاف الجوي تحمي أشكال الحياة من الأشعة فوق البنفسجية الشمسية. والدليل على مثل هذا الاضطراب في طبقة الأوزون الذي حدث بالفعل في نهاية الدور اليرمي، العثور على أنواع أحفورية مشوهة في كرينلاند يُعرف أن تشوهها ناتج من تعرضها الحاد إلى مستويات عالية من الأشعة فوق البنفسجية ويمكن في الوقت الحاضر أيضا رؤية التناقض السريع للكتلة الحية biomass للعوالق النباتية في «الفجوات» holes الموجودة تحت درع الأوزون وبخاصة قرب القارة المتجمدة الجنوبية. وفي حالة إبادة هذه القاعدة من السلسلة الغذائية، لن يمضي وقت طويل حتى تصبح الكائنات الحية الأكبر أيضا في أوضاع لا أمل لها في الحياة

وقدر كل من «كامب» و «ارثر» أن كمية غاز كبريت الهيدروجين التي دخلت الغلاف الجوي من المحيطات خلال الدور اليرمي المتأخر، فاقت أكثر من 2000 مرة تلك الكمية الصغيرة التي تطلقها البراكين في الوقت الحاضر. وهي كمية كافية من الغاز السام المنطلق إلى الغلاف الجوي لقتل النباتات والحيوانات على السواء - وبخاصة أن درجة سمية كبريت الهيدروجين تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة. ويبدو أن عدة انقراضات جماعية صغيرة وكبيرة حدثت خلال فترات قصيرة من الاحترار العالمي وفي هذا السياق يمكن إدخال النشاط البركاني القديم سببا من أسباب الانقراض

ومن المعروف أن أحداثا بركانية رئيسية القوت، طوال زمن الانقراضات الجماعية المتعددة، آلاف الكيلومترات المربعة من اللابة على اليابسة أو في قاع البحار وكناتج ثانوي لهذا الانصباب البركاني الهائل فإن حجوما ضخمة من غازي ثاني أكسيد الكربون والميثان قد ارتفعت إلى الغلاف الجوي وسببت الاحترار العالمي السريع. ففي أثناء الجزء الأعلى من اليرمي والترياسي، وأيضا خلال الجوراسي المبكر والكريتاسي الأوسط واليوسين المتأخر وغيرها. يؤكد سجل نظائر الكربون أن تركيز ثاني أكسيد الكربون قد ارتفع بشدة وفجأة قبل بدء الانقراضات، وبقي بعدئذ مرتفعا إلى مئات الآلاف - وحتى إلى عدة ملايين - من السنين

ويبدو أن المحيطات كانت هي العامل الأكثر حسما فارتفاع حرارة مياه البحار يجعل امتصاصها لأكسجين الغلاف الجوي أكثر صعوبة. وهكذا، ففي حال أن البركة القديمة قد رفعت نسبة ثاني أكسيد الكربون وخفضت كمية الأكسجين في الغلاف الجوي وأن

(١) أو القمر الصناعي  
global upwellings (٢)  
latest (٣)

Stove Poisoning (٤)  
small modern taste (٥)  
undisturbed (٦)



يظهر في صورة الساتل "انطلاق غاز كبريت الهيدروجين بالقرب من ساطن ناميبيا على شكل دوامات خضراء شاحبة على سطح المحيط وهذه الأحداث المحلية المنتظمة المنجاة من تحف كبريت الهيدروجين في رواسب قاع البحر تقدم اختيارا (إحساسا) صغيرا ومعاصرا " للظروف في أثناء عطليات الصعود الشامل " المقترحة لفترات متعددة من الانقراضات الجماعية القديمة. نملا رائحة الكبريت الهواء ويكتسب سطح الماء بالأسماك الميتة وتهرب السرطانات التي تعاني حرمان الأكسجين إلى الشواطئ محاولة الهرب من سمية المياه.

الهيدروجين الذي ينحل أيضا في مياه البحر وعندما يزداد تركيز كبريت الهيدروجين ينتشر نحو الأعلى، حيث يلتقي بالأكسجين المنتشر نحو الأسفل. ومادام توازنهما مستقرا تبقى المياه المشبعة بكبريت الهيدروجين متفصلة عن المياه المؤكسدة oxygenated، ويكون مستقرا الحد الفاصل بينهما الذي يعرف بخط التغير الكيميائي chemocline وفي ظروف نموذجية تتمتع البكتيريا الكبريتية الخضراء والأرجوانية بإمدادها بكبريت الهيدروجين من الأسفل وبأشعة الشمس من الأعلى.

ومع ذلك، فقد بينت الحسابات التي أجراها العالمان الجيولوجيان R. L. كامب و A. N. ارثر [من جامعة ولاية بتسلفانيا]، أنه في حالة انخفاض مستويات الأكسجين في البحار تبدأ الشروط التي تشجع البكتيريا اللاهوائية القاعية على الازدهار وإنتاج كميات أكبر من كبريت الهيدروجين. ففي النموذج الذي قدمه، بينا أنه في حالة زيادة تركيزات كبريت الهيدروجين في الأعماق إلى عتبة حرجة خلال فترة الإرجاع (عوز الأكسجين) في مياه البحار.



## برمجيات خبيثة تغزو الهواتف الخلوية

غدت الفيروسات الحاسوبية اليوم محمولة جواً، فأصابته  
الهواتف الخلوية<sup>(1)</sup> في مختلف أنحاء العالم. وبدأت شركات الأمن  
والمشغلون الخلويون<sup>(2)</sup> ومصنعو الهواتف بالتحرك لمواجهة  
هذه المهددات قبل خروجها عن السيطرة.

«M» هيبيرن

فوق المحيطات في بعض الحالات. في اللحظة التي يشغل الهاتف المصاب بذلك الفيروس لذا أخذنا أربعة أجهزة خلوية مصابة بالبرنامج كابير إلى الملجأ الموجود في قسو مبنى مكتبتنا، ووضعنا حارساً على باب الملجأ قبل تشغيلها تحسباً من دخول أحد العاطلين غير العارفين بالأمر والتقاط العدوى. وفي وقت لاحق من ذلك العام، شيدت الشركة F-Secure مخبرين محجّبين بالآلنسيوم والنحاس لا يمكن للموجات الراديوية اختراقهما. وذلك بهدف دراسة هذا البرنامج الخبيث.

صحيح أن الإصدار الأول من البرنامج كابير كان بريئاً نسبياً، إلا أن بعض عديمي الضمير من كتّاب البرمجيات الخبيثة سارعوا إلى تعديله ليصبح أشد ضراوة وأذى. في حين أن آخرين بدؤوا بصنع أنواع مبتكرة من الفيروسات إن الفيروسات الجوالة حالياً تستطيع تعطيل الهاتف كلياً، وحذف البيانات الموجودة فيه أو إرغامه على إرسال رسائل مكلفة إلى أرقام هاتفية ذات تعرفه إضافية. وفي غضون عامين، ازداد عدد الفيروسات التي تستهدف الهواتف الذكية من واحد إلى ما يزيد على مئتين، وهو معدل نمو يضاهي تقريبا معدل ظهور الفيروسات الحاسوبية في السنتين اللتين تلتا ظهور الفيروس الحاسوبي الأول في عام 1986 والذي دعى برين Brain (أي الدماغ)

بسبب الفيروس أي أذى للجهاز المصاب به باستثناء تفريغ شحنة بطاريته (مدخرته) أثناء محاولته صنع نسخة من نفسه وإرسالها إلى هاتف ذكي آخر باستخدام البلوتوث. وقد فضل مؤلفه المغمور، الذي كان على الأرجح في مكان ما من إسبانيا، إرساله من موقع على الإنترنت عوضاً عن إطلاقه حراً. لكن في غضون شهرين، قام عابثون آخرون بإطلاقه حراً في جنوب شرق آسيا، لينتشر من ثم في أنحاء العالم. ومع أننا كنا نبحث عن فيروسات من قبيل البرنامج كابير، لم يكن خبراء الأمن مستعدين تماماً للتعامل معه. فما إن قرع جرس الانذار، حتى بدأت، والعاملون معي في الشركة F-Secure، بمعاينة الفيروس الجديد الذي كان من نوع يعرف بالدودة [انظر الإطار في الصفحة 14 للاطلاع على تعاريف المصطلحات]. لكن لم يكن لدينا مكار أمن لدراسته. فخلافاً للفيروس الحاسوبي الذي يمكن رصده وتشريحه في حاسوب مفصول عن جميع الشبكات، فإن البرمجيات الخبيثة اللاسلكية تستطيع الانتشار، وحتى القفر

إن اليوم الذي ترقّبته أسره الأمر الحاسوبي سنوات كثيرة أتى أخيراً في الشهر 2004/6. فقد عرفت وباحثون آخرون كانوا يدرسون أنواع البرمجيات الخبيثة، أن ظهور تلك البرمجيات في الهواتف الخلوية أيضاً هو مسألة وقت ولن يتأخر طويلاً. فمع تطور الهواتف الخلوية لتصبح هواتف ذكية - أي لتصبح قادرة على تحميل (تزيل) البرامج من الإنترنت، والتشارك في البرمجيات فيما بينها عبر وصلات البلوتوث القصيرة المدى، والاتصال باستخدام خدمة الرسائل المتعدد الوسائط (MMS)، ولوحات الذاكرة - نحت من قدرات تلك الهواتف المستحدثة مواطن ضعف جديدة. وتمكن الاشرار من العثور على مواطن الضعف تلك واستخدامها للإضرار بالآخرين. والأسوأ من ذلك للكسب غير المشروع.

فكما هو متوقع، اكتشف خبراء الأمن قبل ثلاث سنوات أول برنامج خبيث كتب خصيصاً للهواتف الذكية، وقد كان ذلك البرنامج، الذي سمي كابير Cahir، فيروساً تقليدياً الغرض منه هو إثبات فكرة، ومن الواضح أنه صمم للتباهي والتفاخر لم

### نظرة إجمالية/ الهواتف المهددة بالخطر

- ضربت أولى البرمجيات الخبيثة الموجهة إلى الهواتف الذكية ضربتها الأولى في عام 2004. إن الهواتف الذكية هي هواتف جوّالة تتيح لمستخدميها تثبيت تطبيقات برمجية فيها من مصادر أخرى غير الشبكة الخلوية.
- لقد أطلق أكثر من 300 نوع من البرمجيات الخبيثة - منها ديدان وأحصنة طروادة وفيروسات وبرمجيات تجسس أخرى - لتهدد تلك الأجهزة.
- ومع رواج مبيعات تلك الأجهزة المتطورة على نطاق العالم، تفتتح الحلبة أمام الانتشار الواسع للبرمجيات الخبيثة، وثمة إجراءات تُتخذ حالياً لدرء ذلك السيناريو، لكن فرصة التصدي للهجوم لن تبقى متاحة طويلاً على الأرجح.

Malware Goes Mobile  
Overview: Impaired Phones (1)

(2) ويقال أيضاً الهاتف النقال، الجوال، الموبايل  
cellular operators (1)

(3) malicous software (malware) وأصلها  
infected device (1)

malicious technologies (1)

(4) premium-rate number أو premium-priced number (1)



يمكن لإصابة هاتف دكي  
بموجبات خميلة أن تؤدي  
إلى إصابة هواتف أخرى  
إصابة خاضعة لتأثير  
الدومينو domino effect.

ببعض الطرائق التي سوف يشن بها كُتّاب الفيروسات الجواله هجماتهم في المستقبل. وعلى اتخاذ الإجراءات لإحباطها.

## موجة متصاعدة

في عام 1988، استبعد كثير من خبراء الحاسوب أن تكون للفيروسات أهمية. والمؤسف أنه قد ثبت أن ذلك التقدير كان سائجا. والوقت الآن هو عام 1988 بالنسبة إلى الـرمجيات الخبيثة الجواله. ولذا، ليس لدينا سوى نافذة زمنية قصيرة للعمل على تجنب تكرار أخطاء الماضي.

وأحد تلك الأخطاء هو سوء تقدير السرعة التي يمكن للرمجيات الخبيثة أن تنمو بها من حيث الانتشار والتنوع والتعقيد. إن الانتشار هو دالة في عدد الأجهزة المضيفة التي بحتمل أن تتعرض للإصابة الفعلية. ودالة في معدل إصابتها بالعدوى كما أن عدد الأجهزة المستهدفة بالرمجيات الخبيثة الجواله هائل. وفي نمو متصاعد. وثمة حاليا ما يزيد على بليون هاتف خلوي في العالم.

صحيح أن الغالبية العظمى من هذه الهواتف هي هواتف خلوية قديمة تعمل بنظام تشغيل خاصة مغلقة ومنبوعة على العدوى الفيروسية عموما. إلا أن المستهلكين أخذوا يتخلون بسرعة عنها لاقتناء أجيال جديدة من الهواتف الذكية. تعمل بنظام تشغيل ومتصفحات شبكة ووكلاء تراسل وبريد إلكتروني أشد انفتاحا. وتحوي قوارى بطاقات ذاكرة ومضيفة flash memory ورايويوهات بلوتوث Bluetooth قصيرة المدى. وكل من هذه الوسائل يمثل قناة يمكن للرمجيات الخبيثة النفاذ منها.

فعلى سبيل المثال، يسمح البلوتوث لبعض الديدان الجواله بالانتشار بين الهواتف غير المحمية بمجرد الاقتراب منها. على غرار ما يحصل مع فيروس الإنفلونزا. إن الهاتف الذكي المزود بالبلوتوث يستطيع تحديد وتبادل ملفات مع أجهزة أخرى مزودة بالبلوتوث على مسافة 10 أمتار أو أكثر.

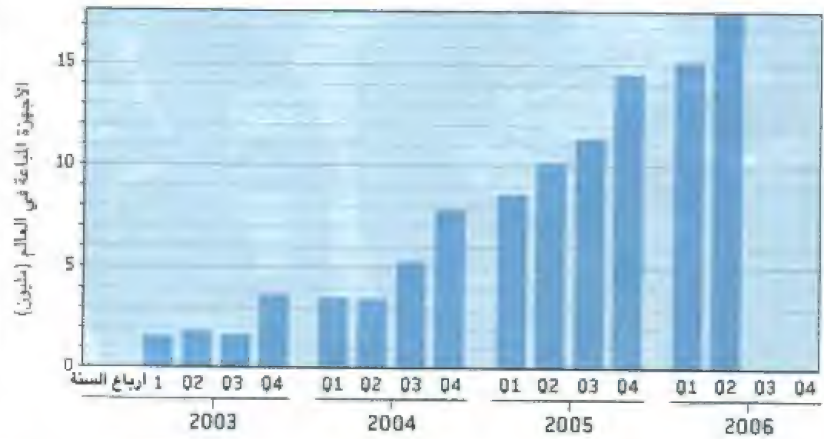
More Phones. More Targets (١)  
A Rising Tide (٢)  
mobile malware (٣)  
old-school (٤)

(١) ج. سبيام، وهذا تعريب لمصطلح دارج  
ويطلق على الرسائل المزعجة على بريد الكتروني خاص [انظر - إيقاف لسيامات - العلوم، العددان 4/3 (2006)، ص 44]  
http (٢)

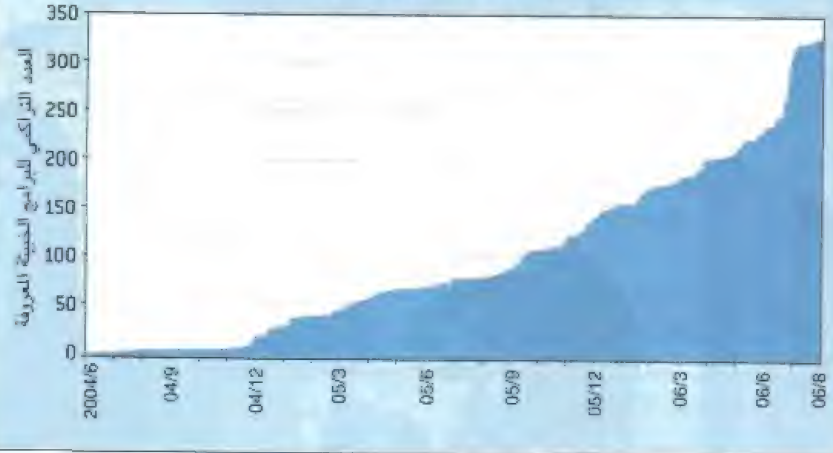
## مزيدا من الهواتف، مزيدا من الأهداف

في السنوات الأخيرة، ازداد عدد الأجهزة الذكية في العالم ازديادا هائلا، وازداد معها أعداد الـرمجيات الخبيثة التي أطلقت لهاجمتها. وهذا الخليط يمثل وصفا لكارثة كلما ازداد حجم الجمهور المستهدف. ازداد احتمال هجوم الـرمجيات الانتشار عليه. ويتوقع أن يزداد حجم الجمهور كثيرا في السنوات القادمة. ويتوقع المطلق الصناعيون بيع أكثر من 200 مليون هاتف ذكي في عام 2009.

### تزايد أعداد الهواتف الذكية



### نمو الـرمجيات الخبيثة الجواله



crimeware المصممة للـسيامات spamming أو لسرقة البيانات أو تحريبها. أما الـرمجيات الخبيثة الجواله، ومع أنها أكثر قليلا من كونها مرعبة اليوم، فإنها يمكن أن تتفقم سريعا لتصبح مشكلة أشد ترويعا من الـرمجيات الحاسوبية الخبيثة في السنوات القادمة. إذا لم تعمل الأسرة الأمنية وشركات الشبكات الخلوية ومصممو الهواتف الذكية ومستخدموها معا لإيقانها تحت السيطرة. إن تاريخ الـرمجيات الحاسوبية الخبيثة متواضع، لكنه يوافر دروسا سوف تساعدنا على التنبؤ

وعلى الرغم من الجهود الحثيثة المبذولة لكبح جماح الـرمجيات الحاسوبية الخبيثة، فإنها تستمر بالظهور بمعدل عالٍ فقد جرى تحديد أكثر من 200 000 نوع منها حتى الآن، وغالبا ما يصاب بها الحاسوب غير المحمي في غضون دقائق من الاتصال بالإنترنت. وكانت التكلفة الاقتصادية لعشرين سنة من الهجمات الفيروسية الضارية مرتفعة جدا. وتتزايد هذه التكلفة بشدة مع تراجع الـرمجيات الخبيثة المدرسية القديمة، التي كُتبت للتباهي. أمام حقيقة جديدة من «الـرمجيات الجرمية».



## تشرح لهجوم

**2** يبعده الهاتف «جسمال» إلى أنه سيستقبل طفا. ويطلب موافقته على قبول الاستقبال



**1** حينما ركب «جسمال» في الحافلة. رن هاتفه النكي ولكن يوجد في الحافلة هاتف آخر يحمل الدودة CommWarrior.Q التي تحاول إرسال نسخة من نفسها إلى هاتف «جسمال» عبر البلوتوث



حتى الشخص الذكي يمكن أن يقع فريسة لدودة جولة حسنة التصميم من قبيل CommWarrior لقد شوهد نحو 15 نوعاً من هذا البرنامج الخبيث منذ اكتشافه في الشهر 3/2005 تستغل هذه الدودة واجهة تخطيب المستخدمين الخاصة بالبلوتوث لإقناع الضحايا بتنشيط البرنامج الخبيث في هواتفهم وحينما تصبح عاملة، تستطيع الانتشار بسرعة عبر وصلات البلوتوث والرسائل الصوتية والمرئية وبطاقات الذاكرة

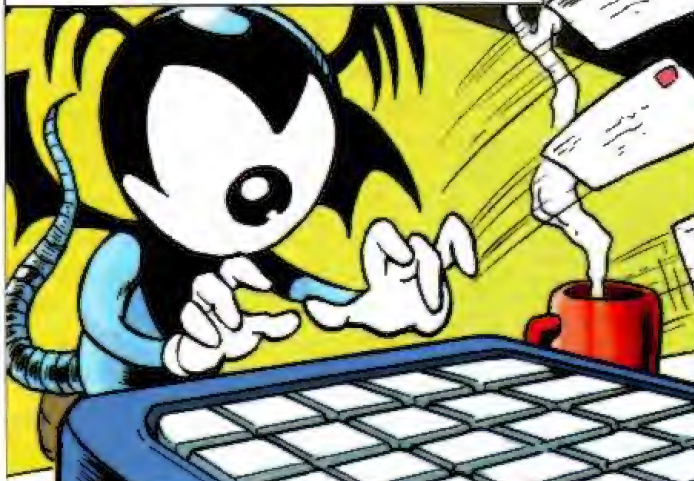


**5** تبدأ الدودة CommWarrior.Q في البحث عن أجهزة بلوتوث أخرى في الجوار لنسخ نفسها إلى أي جهاز تحدد، وأحياناً إلى عدة أجهزة في آن واحد.

**4** يرغب «جسمال» في إجراء مكالمة عاجلة، ولذا يوافق في النهاية على طلب الاستقبال وعلى طلبات التركيب والاستعلامات الأمنية اللاحقة ويصير الآن هاتف «جسمال» مضاعفاً. فإذا وضع بطاقة ذاكرة هاتفه في هاتف آخر لنقل تطبيق ما، فسوف تنتقل العدوى إلى الجهاز الثاني



**7** ترسل الدودة الآن نسخ وسائط متعددة من نفسها إلى كل رقم خلوي في دفتر عناوين «حريمه». إضافة إلى رسالة نصية مؤلفة بمزاج من رسائل كانت «حريمه» قد أرسلتها



**8** وفي كل مرة تحجب فيها «حريمه» عن رسالة نصية، تنسخ الدودة CommWarrior.Q بالإجابة رسالة وسائط متعددة مضاعفة وتنقضي شركة الهاتف الحلو التي تنسك «حريمه» فيها اجرا عن كل رسالة وترسلها. وهذا ينضم قانونتها





لا تحتوي الحواسيب على نظام للفَوْترة، أما الهواتف فتحتوي على مثل هذا النظام. ولن يمضي وقت طويل قبل استغلال الأشرار لهذه الميزة.

### المزيد من الأخطار أمامنا

يتضح سبب الاستعجال حينما يستعرض المرء الطرائق التي يمكن للعبثيين الأذية بها باستخدام الهواتف الذكية، والتي لم يستخدموها حتى الآن فهي الحواسيب الشخصية، كثير من أشد المؤذيات سواء انتشر عبر البريد الإلكتروني، أو أجبر الحواسيب على ضخ رسائل (بريد دعائي كمي) إلى الإنترنت، أما البرامج الضارة التي أطلقت حتى الآن للهواتف الذكية، فلم يستفد أي منها من قدرات تلك الأجهزة على إرسال بريد إلكتروني لكن لن يمضي وقت طويل قبل ظهور برمجيات خبيثة تستطيع الانتشار بوصفها ملحقات بريد إلكتروني أو تستطيع تحويل الهواتف إلى إنسالات إرسال للرسائل أما برمجيات التجسس فتتمثل مشكلة متقادمة أخرى في عالم الحواسيب فاحتمال وصول هذه البرمجيات إلى الهواتف للقضاء على الخصوصية أمر جلي ولم يصادف من هذه البرمجيات إلا القليل حتى الآن، ويدعى أحدها FlexiSpy، الذي يرسل دوريا وخلصه

سجل مكالمات الهاتف ورسائله الموسيقية والفيديوية المرسلة والمستقبلة إلى طرف ثالث. لكن على مسترق السمع الوصول إلى جهاز الهاتف فيزيائيا لتحميل وتثبيت ذلك البرنامج التجسسي فيه ولكن قد لا يمضي وقت طويل قبل أن يدخل العبثيون هذا النوع من التجسس في فيروسات تتكاثر ذاتيا لذا، ونظرا لظهور هواتف جديدة تتمتع بالقدرة على تسجيل الصوت، فإن على الشركات الصانعة أن تعتني عناية كافية لكي تضمن أن هذه الخصائص لا يمكن أن تُستغل بسهولة من البرمجيات الخبيثة وتمكنها من تسجيل المكالمات ثم توجيهها إلى جاسوس.

وثمة حقيقة مفاجئة وهي أنه ليس من بين ما يزيد على الثلاثمئة نوع من البرمجيات الخبيثة الجوال التي أطلقت حتى الآن ما يستغل أخطاء البرمجة أو عيوب التصميم الأمنية لحشور نفسه في جهاز غير منيع إن هذه طريقة شائعة منذ مدة طويلة للفيروسات وأحصنة طروادة الحاسوبية وبدلا من ذلك، اعتمد كتاب البرمجيات

الخبيثة حتى الآن كليا على «الهندسة الاجتماعية» أي على خداع المستخدمين بجعلهم يستمعون بأرادتهم بتثبيت البرنامج الخبيث في هواتفهم فمعص تلك البرامج يموء نفسه على شكل وسيلة مفيدة أو لعبة مرعوب فيها. أما بعضها الآخر، وبخاصة البرنامجين كايبر Comm-Warrior اللذين ينتشران عبر البلوتوث، فلا يفعل ذلك. إن كثيرا من الناس يقبلون الملفات حتى عندما يحذرهم الجهاز من الخطر الأمني ويعطيهم فرصة لرفض البرمجيات الغريبة

لقد سألت، وباحتون آخرون، أناسا وقعوا ضحية لمثل هذه الفيروسات لماذا نقرتم على «نعم» وكان الجواب عموما أنهم لم يفعلوا ذلك في البداية، فقد اختاروا «لا» لكن السؤال ظهر ثانية على الشاشة إن الدودة، كما ترى، لا تقبل «لا» جوابا، ولا تترك مجالا للمستخدم لفتح قائمة الخيارات وإيقاف البلوتوث [أنظر الأطار في الصفحتين 20 و 21] ومن سوء الطالع أنه حتى الإصدارات الحديثة من معظم الهواتف الذكية تسمح باعتماد البلوتوث المتكرر الذي يحرم الشخص من استخدام الهاتف إلى أن يقبل استقبال الملف (أو إلى أن يخرج من مجال تغطية الجهاز المصاب الذي يرسل الطلب. لكن قلة من الناس تعلم أنها تمتلك هذا الخيار)

### استباق المشكلة

إن الأمل الوحيد لمنع البرمجيات الخبيثة الحوالة من تخريب أداء الهواتف الذكية وتخفيض قيمتها هو اتخاذ إجراء سريع وحاسم من قبل جميع المعنيين. إن برمجيات مكافحة الفيروسات المتاحة حاليا من كثير من الشركات تستطيع تحصين وتطهير الهواتف الذكية من الفيروسات لكن قلة من المستخدمين تستخدم مثل هذه الحماية، وهذا يجب أن يتغير

ويجب أن تحتوي الهواتف أيضا على جدران نارية تحذر المستخدم حينما يسيطر برنامج ما على المبادرة لإقامة اتصال بالإنترنت، وهذا شيء مهم وبخاصة لحماية الهواتف الذكية التي تستطيع الاتصال بالشبكات WiFi (التي تدعى أيضا 802.11)، ومنها مباشرة بالإنترنت. إن كثيرا من

More Dangers Ahead (١)  
Some Protective Software for Smartphones (٢٠٠٠)  
Staying a Step Ahead (٢٠٠٠)  
Billing system (١)  
Fire walls (٢)

### بعض برمجيات حماية الهواتف الذكية

الشركة	اسم البرنامج	نظام التشغيل المدعوم
F-Secure	Mobile Anti-Virus	PocketPC, Symbian, Windows Mobile
	Mobile Security	Nokia Communicators
McAfee	VirusScan Mobile	PocketPC, Symbian, Windows Mobile
Symantec	AntiVirus for Handhelds	Palm, PocketPC, Windows Mobile
	Mobile Security	Symbian
Trend Micro	Mobile Security	PocketPC, Symbian, Windows Mobile



## الهندسة الهيدروليكية في المكسيك ما قبل التاريخ

قبل ثلاثة آلاف سنة، شيد أسلاف الأزتكدس في العالم  
الجديد المنظومات الأولى لإدارة المياه على نطاق واسع.

<Ch> كاران - <A.J> نيلي

كان المزارعون في جنوب المكسيك ما قبل التاريخ يتوقون حتما إلى حدوث أعجوبة، فيفضل المناخ المداري تكاد تكون أودبتهم الخصبة نموذجية للزراعة على الرغم من ارتفاعاتها التي تصل إلى 2000 متر، فالأمطار الغزيرة تضمن محاصيل وافرة خلال موسم المونسون monsoon الذي يدوم ستة أشهر. فتحت هذه الظروف المواتية أصبحت هذه المنطقة مهد الزراعة في العالم الجديد ومكان ولادة الفرة ومع ذلك واجه المزارعون الأوائل أحد المحددات التي تعيق الزراعة خلال نصف عام يسود خلاله المناخ الجاف. فحقولهم المحروثة يدويا يمكن أن تعطي محصولين، أو حتى ثلاثة محاصيل، فيما إذا توافرت لهم إمدادات مائية على مدار السنة، ولكن كيف يمكن أن يحصل المزارعون على المزيد من المياه؟

لم يكن الحل أعجوبة، بل عبقرية بشرية مدهشة تتمثل في مشروعات هندسية على مقياس كبير تم تصميمها لتخزين المياه ونقلها. فابتداء من أعمال متواضعة تركت أثارا ضئيلة توسعت المنشآت إلى مقاييس عملاقة فعلى سبيل المثال، تم بناء سد بورون على وادي «تيهواكان» بدءا من نحو 750 قبل الميلاد بطول 400 متر وعرض 100 متر وارتفاع نحو 25 مترا وقد قام العمال بنقل 2.64 مليون متر مكعب من الأتربة يدويا، حيث كان بحري نقل عدة

كيلوغرامات من الأتربة في كل مرة. وربما بقي هذا السد أكبر منشأة مائية تخزينية حتى القرن الثامن عشر وعلى مقربة منه، أنشأ المهندسون القدامى آلاف الكيلومترات من الأبنية المائية، منها أبنية على سطح الأرض canals، وبعضها الآخر عبارة عن أبنية محمولة على جسور ترتفع في الغالب فوق سطح الأرض بواسطة أعمدة وقد أقيمت هذه المنشآت قبل وصول الأوروبيين إلى المكسيك بألفي عام. لقد قاموا بتحويل المياه من الينابيع والجداول وتم استخراجها عبر خطوط تقسيم الأحواض المائية وحول الوديان السحيقة وعلى المنحدرات الشديدة الميل. وثمة مبتكرات أخرى لتجميع مياه الأمطار من الأبنية والساحات. هشعوب جنوبي المكسيك استثمرت عمليا كافة المصادر المائية المتاحة في بينهم

وإن بقاء العديد من منشآت الري ومنشآت تجميع المياه فترة تراوح بين 1500 ونحو 3000 سنة هي شواهد على المستوى الرفيع لتصميم هذه المنشآت وتشبيدها، فهذه المنجزات تتميز بروعتها وكونها استثنائية على كافة المقاييس. كما أنها متميزة بشكل خاص. نظرا إلى أنه لم يتوافر لدى البنائين أدوات معدنية ووسائل نقل تعتمد على العجلات أو الحيوانات لحمل الأثقال وحتى أكثر المعالم قدما مازال قائما، يمثل مستوى عاليا من الإبداع التقني ويدل على إدارة رفيعة المستوى قادرة على صيانة

### HYDRAULIC ENGINEERING IN PREHISTORIC MEXICO...

لتم التمييز بين ثلاثة أنواع من الأبنية tecoaates aqueducts وقد ترجعت في هذه المقالة باستخدام التعابير الأبنية السطحية، الأبنية المحمولة، والأبنية الحجرية فالأبنية السطحية canals في المجاري المائية المحفورة في التربة والمبطنة في الغالب إلا أنها تبغى بمستوى سطح الأرض أما الأبنية المحمولة aqueducts فهي أبنية محمولة على جسور ترتفع عن سطح الأرض بواسطة أعمدة وتنبع في الغالب مسارا مستقيما حتى في مجاري الوديان وعلى نقيض ذلك تشكل الأبنية الحجرية مسارا يتلوى كالحية، لذا أطلق عليها في انكسيك اسم «تخوتل» tecoaate. وتعني بالاسبانية «الحية الحجرية». وقد تشكلت هذه الأبنية بفعل تراكم الترسبات الكلسية (الترافرتين) من مياه الينابيع وتصلبت لتصبح أبنية حجرية مرتفعة فوق سطح الأرض (التحرير)

قبل نحو 2500 سنة، شيدت في هيرف الاكوا بواي  
او كساكا مدرجات واقنية للري تعلق الجدران الاستنادية  
وذلك للاستفادة من الينابيع الفوارة في مواقعها.



## الأقنية العادية والأقنية المحمولة والتيكوتل

لقد تبين أن شبكة أقنية جنوب المكسيك هي كبرى منظومات إدارة المياه التي شيدت في مرحلة ما قبل التاريخ في العالم الجديد فمجموع أطوال هذه الأقنية يتجاوز 1200 كيلومتر. وقد وفّرت المياه لأراض زراعية تبلغ مساحتها 330 كيلومتر مربع - منطقة تقارب مساحتها مساحة قطاع غزة - وقد أنجز هذا العمل قبل 2500 سنة. فالقائمين على الري

(Canals, Aqueducts and Tecobates...)

هي مقابل prehistoric وقد استخدم التعبير الأطول (ما قبل التاريخ) في معظم المقالة لأنه الأكثر قبولا (التحرير)

وادي تيهواكان و«K» فلانيري» (نبلي) في وادي اكساكا أحدا (نبلي) كان عندها فتيا وطالبا في مرحلة الدراسات العليا متمتعا بامتياز المشاركة في كلنا الدراساتين ولم يكن موضوع إدارة المياه محورا أساسيا لأي منهما ومع أن أهمية هذه المنظومات كانت واضحة حينذاك فإن ثغرة طويلة الأمد تلت التقسيم الأصلي الذي كان هزيلا متواضعا بحد ذاته بيد أنه استمر شغف «نبلي» بموضوع إدارة المياه في مرحلة ما قبل التاريخ وفي نهاية عقد الثمانينات وجه دعوة للجيولوجي «كاران» (المؤلف الآخر لهذه المقالة) لينضم إليه في إجراء تحليل أكثر عمقا لتلك المنشآت المائية وقد كانت مكتشفاتنا كما سنرى لاحقا

هذه البنية التحتية الضخمة ومع أنه تم اكتشاف منظومات قبتاريخية لإدارة المياه في عدة مواقع في المكسيك. فإن نظرة متأنية إلى اثنين منها - الأقنية الواسعة الامتداد في وادي تيهواكان وشبكة ري المدرجات في وادي اكساكا، وهي من الضخامة لدرجة تفوق الخيال - تلقي الضوء على العبقرية الفذة للمهندسين الهيروليكين القدامى

لقد بدأت التحريات المعاصرة في هذين الموقعين في عقد الستينات وبداية عقد السبعينات عندما أجريت أعمال مسح أساسية بإشراف عالين يعتبر كل منهما أحد الرموز الأسطورية في مجال علم الآثار «R» ماكنيش» (سكوتي) في





هيرف الاكوا اليوم ما زالت معالم الحقول القديمة واضحة في المدرجات. هنا بجوار بركة احد الينابيع الفوارة.

بينت ان بعض الاقنية شيدت في سنة 800 قبل الميلاد وان العمل في الاقنية استمر حتى اوائل القرن 15

## ري المدرجات

على مسافة نحو 170 كيلومتر جنوب شرقي وادي تيهواكان، شة موقع أثري متميز في الجبال بالنهاية الجنوبية لوادي اواكساكا يظهر قدرة التكيف والابداع للمهندسين الهيدروليكين المكسيكيين في مرحلة ما قبل التاريخ. لقد ساعد الري في هيرف الاكوا على استمرار الزراعة على مدى 18 قرنا على أقل تقدير، وذلك اعتبار من 500 قبل الميلاد وحتى عام 1550. وقد توافرت مياه الري من عدد من الينابيع الكبيرة الدائمة الجريان وذات حصائص غير عادية، وتعني هيرف الاكوا بالاسبانية "الماء يغلي"، والحق أن الماء ليس حاراً ولكنه مكوّن carbonated طبيعيًا، تمامًا كالياه الصوفية الشهيرة المعبأة بالزجاجات في جنوب فرنسا. تحتوي المياه الكربنة طبيعيًا على كميات كبيرة من غاز ثاني اكسيد الكربون المختل فيها، ومصدر هذا الغاز الماكما magma أو من تحول الحجر الكلسي

Terrace irrigation  
artificial algae

كبير بأن سالف العروس amaranth الذي يجنى حاليًا وربما في قديم الزمن، كان يزرع أو ينمو على ضفاف الاقنية كنبات بري. وقد ازدهرت نباتات التبغفا cutaba على طول الاقنية - ربما من دون زراعتها - تمامًا كما يحدث في الوقت الحاضر، وثمة احتمال بأن المزارعين قاموا بتجميع هذه النباتات المفيدة من أجل الغذاء والألياف وقصببات الرماح arrow shafts

ونظرًا لأن الاقنية كونت بيئة مائية اصطناعية، خلافا للبيئة الحافة المحيطة بها فإننا على يقين بأن النباتات المائية التي تشكل معظم البقايا العضوية في الترافرتين كانت معاصرة لفترة استخدام القناة. وقد منحنا المادة العضوية المحفوظة فرصة فريدة إذ يمكننا استخدام الصفة المميزة للكربون المشع المرتبطة بتحديد الأعمار والتي تعتمد على الخصائص الكيميائية للكربون في الكائنات الحية، لقياس عمر الاقنية مباشرة. فعادة ما يتعين استنتاج عمر المنظومات المائية القديمة من مواقع السكنى habitation والأشياء المصنوعة في جوارها. علما بأن هذه الطريقة يكتنفها الغموض، لأنه ليس من الواضح دائما أن المؤنترات الرمنية كانت معاصرة لتلك المنظومات فتحاليل الكربون المشع كانت الحل لهذه المشكلة، إذ

المحمولة السفلى - البالغ طولها كيلومترا واحدا والتي شيدت نحو 400 بعد الميلاد - ما بين 4 و 12 مترا فوق النهر. وهذا الجزء، كان عرضة لأضرار بفعل الفيضانات والانزلاقات الأرضية وتم التخلي عنه عام 700. أما القناة المحمولة العليا، التي أنشئت في الوقت نفسه تقريبا والتي بلغ طولها سنة كيلومترات وتراوح ارتفاعها ما بين 20 و 22م فوق مستوى النهر، فقد بقيت قيد الاستعمال حتى عام 1540 على أقل تقدير. لقد حملت هذه الاقنية مياه عذبة نسبيا ولم تتحول إلى اقنية أحفورية

تعد الاقنية التي نحجرت سجلا تاريخيا حول استخداماتها وبنائها وثمة محتملات في طبقات الترافرتين تشمل بقايا وافرة من الطحالب المائية والمستطورات diatoms والنباتات المستنقعية الأكبر حجما والتي نمت داخل وعلى طول القناة ونظرا لحساسية هذه الكائنات لتغيرات الشروط البيئية، ثمة إمكانية لتحديد التركيب الكيميائي السابق للمياه وحمولتها من المواد المغذية ومعدلات التدفق ودرجة صفائها وتشمل البقايا المحفوظة داخل الترافرتين غبار الطلع للنباتات التي كانت تزرع في الحقول المجاورة، حيث تظهر أن الاقنية كانت تروى محاصيل الذرة والفلفل peppers والبطاطم (البندورة) وثمة احتمال

## تشكل التيكوتل (\*)



الحية الحجرية. أو التيكوتل، هي الصورة هي واحدة من الآلاف التي تجاز وادي تيهاواكان على نحو متقاطع. وكان أصل كل منها قناة حفر في التربة (انظر الرسم المياني) وأثناء جريان مياه الفيضانات في القناة توضع ترسبات قلوية من هذه المياه مشكلة في نهاية المطاف قشرة ذات سماكة كبيرة لدرجة أن منسوب المياه في القناة ارتفع فوق سطح الأرض وعلى الرغم من هذا التبديل في المناسيب، فإن التيكوتل استمرت في وظيفتها مرتفعة نحو خمسة أمتار وازداد عرضها فوصل عند القاعدة إلى 30 متراً وشكلت التيكوتل عرفاً متعرجاً وصل طوله إلى 15 كيلومتراً



### مقطع لتيكوتل



The Formation of a Teocatl (\*)

تخفيض كميات التربة اللازمة لإنشائها، كما أن وجود الأقنية الحائطية والبوسيتوس بالجوار سهل عملية السقاية. وحتى في أشد السفوح انحدارا، حيث يصل ارتفاع الجدران إلى 2.4 متر، تمت المحافظة على عرض ثابت نسبيا للمدرجات، فعرض معظمهما هو من 2.4 إلى 3 أمتار. أي ما يعادل امتداد ذراعين لأشخاص تراوح أطوالهم ما بين 1.4 و 1.7 متر. وهذه القيم، كما يستدل من بقايا الهياكل، تعادل أطوال المزارعين القدامى وثمة حفر صغيرة تُسمى حفر البكاء weep holes في قاعدة كل من جدران المدرجات أسهمت في تحسين عملية الصرف وحفظ رطوبة التربة. وقد كانت السقاية اليدوية والصرف المناسب من الأهمية بمكان نظرا لارتفاع كمية الأملاح في

المنحدرات الجرداء. وتم وضع التربة خلف كل من هذه الجدران، من أجل إنشاء مصطبة ضيقة في أعلى الجدار. ومن ثم أنشأ المزارعون قناة حائطية wall canal صغيرة في أعلى الجدار، وقد بلغ مجموع أطوال الأقنية التي تم بناؤها وصيانتها 6.5 كيلومتر [انظر الشكل في الصفحتين 24 و 25]

تميزت الأقنية الحائطية بميل خفيف. مما يسمح بتحويل المياه إليها من أقنية أكبر حجما بكثير تنقل المياه من الينابيع مباشرة وتتبع انحدار الأرض. وثمة قنوات إضافية صغيرة الحجم كانت تصل ما بين النهايات السفلى للأقنية الحائطية وتعمل على إيصال المياه إلى المدرجات السفلى أو تعيد المياه إلى قنوات الإمداد supply canals. وأثناء حريان المياه في قناة حائطية كان يتم تجميعها في قاع القناة في أحواض دائرية ضخمة أو بوسيتوس pootos وقد أنشئت هذه الأحواض كل بضعة أمتار على طول القناة. وباستخدام إناء صغير كان يحصل المزارع على المياه من البوسيتوس يدويا لسقاية النباتات التي كانت في طور النمو في المصاطب المجاورة، يعرف هذا النوع من السقاية بالإسبانية باسم رييكوس ابرازو megos a brazo، وما زالت هذه السقاية متبعة في هذه المنطقة.

إن نظرة فاحصة لهذه المدرجات تظهر روعة تصميمها. فالمسافات المنتظمة بين الجدران والمدرجات الضيقة ساعدت على

ثلاث نيكوتيلات منوذية (في اليسار): النيكوتيلات الأصغر هي فروع نقود إلى حقول قديمة مجاورة. وفي ما وراء الجدار الأبيض بالوسط، يكثر شجيرة نيكوتيل رئيسية لم يكتشف عنها ناتجاء ما هو حاليا مركز مدينة نيهواكان، حيث خربت الطرق الحديثة (في الأسفل) (جزء من القناة).



أو من غيرها من السيورورات المعقدة. فالمياه العميقة تحت سطح الأرض هي مياه حبيسة confined تحت ضغوط كبيرة تحافظ على انحلال الغاز. كما هي الحال في إناء يحافظ على انضغاط مشروبات مكربنة.

توافر التشققات في صخور هيرف الأكوا مسارات تسمح للمياه الجوفية بالصعود إلى سطح الأرض بسرعة كبيرة. وإن الانخفاض الفجائي للضغط الذي يحصل إثر انجاس المياه يشبه إزالة غطاء زجاجة صودا مهتزة: يطلق فوران المياه تلقائيا فقاعات وتتولد نوافير صغيرة الحجم، مما يجعل سباح النع نزيد وكأنها في حالة غليان ويكسب غاز ثنائي أكسيد الكربون الماء حموضة لدرجة تمكن من إذابة الصخور الصلدة الواقعة تحت التربة والمؤلفة بمعظمها من الحجر الكلسي. وكما هي الحال بالنسبة إلى الترافرتين في وادي توكان. فإن الحجر الكلسي مكون من الكالسيت. ومن ثم تحتوي مياه الينابيع في هيرف الأكوا على تراكيز عالية جدا من الكالسيوم والبيكربونات المنحلة. وهكذا فقد حافظت طبقات الترافرتين المترسبة من المياه في هيرف الأكوا على السجلات الأثرية تماما كما هي الحال في وادي تيهواكان.

إن المكان الذي يحدث فيه غليان المياه الباردة لا بد أنه أثار فضولية السكان الأوائل في المنطقة. حيث اكتشفوا أن بإمكانهم استخدام هذه المياه للري في الأشهر التي لا تجلب خلالها رياح المونسون الأمطار ونظرا لاقتتار المنحدرات الشديدة الواقعة تحت الينابيع مباشرة إلى غطاء من التربة فقد نقل المزارعون يدويا خمسة ملايين متر مكعب من الأتربة إلى هذه المواقع. لأغراض التنمية الزراعية في حقول تقع فوق المدرجات تقارب مساحتها كيلومترين مربعين ويبدو أنهم اختاروا التربة بعناية فائقة وربما تم غربلتها للحصول على بنية مسامية متجانسة. الأمر الذي أدى إلى تحسين عملية الصرف وفي يد أعمال إنشاء المصاطب تم بناء جدران استنادية برصف بالحجارة بالطريقة الجافة dry-laying stone. وقد وضعت الجدران على مسافات تم تحديد مواقعها بعناية على



سد بورون (أعلى أسفل ويصين الصورة اليمنى) قرب بنبلا في المكسيك ويعتقد أنه أكبر منشأة نهرية للمياه شيدت في الأمريكتين قبل وصول الأوروبيين. وقد بُوشر في بمائه عام 750 قبل الميلاد واستمر البناء على فراحل حتى نحو عام 1150. عندما وصل السد إلى ارتفاع نحو 25 مترا وطول 400 متر. وقد اصاب الحت الوجه الجنوبي (الصورة اليسرى) بارتفاع يعادل طول رجل بطول يبلغ ست أقدام

السكان الذين كانوا يعملون في الحفول. كانوا يطرحون نفايات تحتوي على أوان خزفية يومية الاستعمال مع أدوات للطعام. وقد عُثر على الأواني المتميزة فقط داخل مغبد صغير في هذا الموقع.

### قصة بطولية تقانية

ان ما يبدو نشوا، مفاجنا لتقانة ري متطورة على نطاق واسع، يبدو لغزا لأول وهلة. بيد أن الغياب الظاهري لأعمال سابقة أقل شأنا في هذا المجال قد يكون على الأرجح ناتجا عن ثغرات في السجل الأثري فاكتشافنا في عام 1993 ما قد يكون أقدم الآبار المائية في العالم الجديد بين أن إدارة المياه قد تكون لها بداية. وإن كانت بدائية. أكثر قدما مما كان يعتقد من قبل. فالبنر تم حفرها قبل نحو 10 000 سنة بعمق خمسة أمتار وقطر يبلغ عشرة أمتار على مستوى أرض دُفنت فيما بعد. وربما بقيت هذه البئر قيد الاستعمال مدة 2000 سنة. وثمة احتمال أن تكون هذه البئر. التي تحتل موقعها حاليا قرية سان ماركوس نيكوكستلا في وادي تيهواكان. أكثر قدما من الزراعة في العالم الجديد. ومع أنه من المحتمل كثيرا ألا تكون تلك البئر قد استخدمت للزراعة، فإنها تقدم

لقد اقتضت السقاية أساسا على الفصل الجاف وخلال الجزء الآخر من السنة. وساعدت مياه الأمطار على غسل الأملاح المتراكمة في التربة المسامية وتعززت هذه العملية بتحلل المواد العضوية داخل تربة المدرجات وقد احتوت المواد العضوية. إضافة إلى بقايا الحاصل غير المحصودة. على المياه العادمة وغيرها من النفايات المنزلية. التي كانت تُخلط مع التربة شكل روتيني لتجديد خصوبتها

إضافة إلى ذلك وحدنا أدلة حول التعديلات التي أدخلت على التربة استنادا إلى الحطام المنزلي. قطع من الفخار بأعمار مختلفة تتوارى في تربة المدرجات من الأسفل إلى الأعلى وفق تسلسل زمني ويمكن تحديد عمر الأواني الخزفية مباشرة أحيانا باستخدام تقانات الكربون المشع. كما يمكن تحديد الأعمار بشكل غير مباشر من خلال تصنيف الأواني استنادا إلى شكلها وتركيبها ونمط ألوانها ويتم ذلك عندما نجد في الموقع أنواع معينة حددت أعمارها وإضافة إلى توفير سجل حول ممارسات طرح النفايات. أعطت الفخاريات في موقع هيرف الاكوا فوائد أثرية غير مقصودة. حيث بينت أبة أنواع من الأواني كانت قيد الاستعمال اليومي ومن ثم كانت الأكثر عرضة للكسر وبفضل ذلك تعلمنا أن

المياه فإذا كانت كمية المياه أكثر مما ينبغي أو تعدد صرفها بالشكل المناسب، تتراكم الأملاح في التربة بسرعة، مما يفقدها مساميتها وتصبح قاسية لدرجة يصعب قلبها يدويا، كما لا تسمح بنمو الجذور وكان يجري باستمرار تبديل لمسارات المياه في كامل شبكة الأقنية لإيصال المياه إلى القنوات الحائطية عند اللزوم وفي الوقت المحدد ومن ثم لم يجر تمرير كميات كافية من المياه في أي من هذه الأقنية لتصبح «تيكوتل» كبيرة وبالمقابل يكتو الأقنية غشاء رقيق من الترافرتين يحافظ على العديد من التفاصيل الإنشائية. وما يشير الاهتمام هو غياب البوابات أو الفتحات التي تسمح بتحويل المياه من القنوات إلى المدرجات بكميات كبيرة إن مثل هذا النظام في الري المعروف باسم نظام الغمر Flooding كان يمكن أن يؤدي إلى إكساء أو اشباع المصاطب برمتها بقشرة من الترافرتين، و يحتمل أن يحدث ذلك إثر عدد محدود من السقايات. بيد أن المزارعين عطلوا على تخفيض نسبة تراكم الأملاح في التربة باعتمادهم طريقة عالية الكفاءة مثل الري اليدوي. أسهمت أيضا بتخفيض كميات المياه اللازمة لنمو النباتات في المدرجات. إلى الحد الأدنى، ما أدى بدور إلى زيادة المساحات المروية



## نمو متسارع للطاقة المتجددة

توشك الخلايا الشمسية وتوربينات (عنفات) الرياح والوقود البيولوجي أن تصبح مصادر الطاقة الأهم. ومن الممكن أن تسرع هذا التحول سياسات جديدة.

«كامل»

العامية المتولدة من جميع المصادر، مع أن ضوء الشمس يمكن أن يوافر، من حيث المبدأ، 5000 ضعف من الطاقة التي يستهلكها العالم حاليا. وبفضل التحسينات التي طرأت على التقنية وانخفاض التكلفة وبفضل سياسات المساعدة في العديد من الولايات والبلدان، فإن الإنتاج السنوي من الطاقة الفوتوفلطية ازداد أكثر من 25 في المئة كل سنة خلال العقد الماضي وازداد بمقدار 45 في المئة عام 2005. وقد أضافت الخلايا التي صنعت في العام الماضي 1727 MW إلى قدرة التوليد العالمية، كان منها 833 MW في اليابان و 353 MW في ألمانيا و 153 MW في الولايات المتحدة.

ويمكن صنع الخلايا الشمسية حاليا من عدد من المواد، بدءا من شرائح السيليكون المتعدد البلورات multicrystalline silicon

Let the Sun Shine (x)  
wind turbines (y)

THE RISE OF RENEWABLE ENERGY (x)  
energy efficiency (y)  
biofuels (z)

لا يمكن لأية خطة تهدف إلى التقليل من انبعاثات غاز الدفيئة greenhouse gas emissions تقليلًا جوهريًا أن تنجح من خلال زيادة الكفاءة في الطاقة فقط. ذلك لأنه لما كان النمو الاقتصادي يزيد الطلب على الطاقة زيادة مستمرة - المزيد من الفحم الحجري لتشغيل مصانع جديدة والمزيد من النفط لتزويد سيارات جديدة والمزيد من الغاز الطبيعي لتدفئة منازل جديدة - فإن انبعاثات الكربون ستبقى في ازدياد على الرغم من استخدام سيارات وأبنية وأدوات أكثر كفاءة طاقية. ولمواجهة التزايد الحالي المثير للقلق في الاحترار العالمي، لابد من أن تلتزم الولايات المتحدة والبلدان الأخرى التزامًا أساسيًا بتطوير مصادر الطاقة المتجددة التي لا تولد الكربون أو تولد القليل منه.

إن تقانات الطاقة المتجددة أصبحت فجأة موضع الاهتمام منذ ثلاثة عقود، وذلك رداً على حظر النفط في السبعينات. لكن الاهتمام والدعم لم يستمرا إلا أن التحسين الهائل في أداء الخلايا الشمسية solar cells وتوربينات الرياح والوقود البيولوجي - الأيثانول وأنواع الوقود الأخرى المشتقة من النباتات - أدى في السنوات الأخيرة إلى نهضة الطريق أمامها لانتشارها انتشارا تجاريا واسعا. وتبشر المصادر المتجددة، إضافة إلى فوائدها البيئية، بتعزيز أمن أمريكا الطاقية وذلك بواسطة تخفيض اعتماد البلاد على الوقود الأحفوري المستورد من بلدان أخرى. إضافة إلى أن أسعار النفط المرتفعة والمقلبة جعلت البدائل المتجددة أكثر إغراء. إننا في عصر أصبحت فيه فرص الطاقة المتجددة مواتية، وهذا يحلله الوقت المثالي لتقدم الطاقة النظيفة خلال العقود القادمة. لكن هذا المسعى يتطلب استثمارا طويلا للأمد للموارد العلمية والاقتصادية والسياسية وينبغي للسياسيين والمواطنين العاديين أن يطالبوا بإصرار وأن يتحدى بعضهم بعضا في تسريع الانتقال إلى الطاقات المتجددة.

### لتسطع الشمس

تستخدم الخلايا الشمسية، المعروفة أيضا بالفوتوفلطية (الفلطية الضوئية) photovoltaics. المواد شبه الموصلة لتحويل ضوء الشمس إلى تيار كهربائي. ولا تقدم هذه الخلايا حاليا سوى جزء ضئيل من كهرباء العالم إن قدرتها الإجمالية البالغة 5000 ميكاواط (MW) لا تشكل سوى 0.15 في المئة من القدرة الكهربائية



تنتجها الخلايا البلورية ما بين 20 و 24 سنتا لكل كيلواط ساعة، مقارنة بتكلفة الكهرباء التي ينتجها الفحم الحجري البالغة أربعة إلى ستة سنتات أو تلك المنتجة بواسطة حرق الغاز الطبيعي البالغة خمسة إلى سبعة سنتات أو تلك التي تنتجها محطات توليد الكهرباء العاملة بالكتلة البيولوجية البالغة ستة إلى تسعة سنتات (يصعب تحديد تكلفة توليد الكهرباء - نوويا لأن الخبراء يختلفون حول التكاليف التي ينبغي أن يشملها الحساب، والمجال التقديري هو بين سنتين و12 سنتا لكل كيلواط ساعة) ولحسن الحظ فقد انخفضت أسعار الخلايا الشمسية انخفاضا مستمرا خلال العقد الماضي، وكان ذلك إلى حد كبير بسبب ما طرأ على عمليات التصنيع من تحسينات. ففي اليابان، حيث أُضيفت 290 MW من مقدرة توليد الكهرباء الشمسية عام 2005 وصُدرت كمية أكبر منها، انخفضت تكلفة الخلايا الشمسية بمعدل 8 في المئة كل عام. وفي كاليفورنيا، حيث رُكبت 50 MW من الطاقة الكهربائية الشمسية عام 2005، انخفضت التكاليف بمعدل 5 في المئة سنويا.

وما يثير الدهشة أن كينيا هي البلد الأول في العالم في عدد منظومات الطاقة الكهربائية الشمسية المركبة لكل فرد (ولكن ليس في عدد الواطات المضافة) ففيها باع سنويا أكثر من 30 000 لوح شمسي صغير جدا ينتج كل منها 12 إلى 30 واط ويمكن لمنظومة لا تكلف أكثر من نحو 100 دولار للوح والأسلاك أن تُستخدم لشحن بطارية سيارة، يمكنها بعدئذ أن توافر طاقة كهربائية كافية لتشغيل

the wire

يمكن لعالم طاقة نظيفة أن يعتمد على توريثات الرياح والخلايا الشمسية لتوليد كهربائه وعلى الوفود البيولوجية المسخر من أمام العصى switchgrass ونباتات أخرى لتزويد سيارته بالطاقة

التقليدية التي ما زالت تهيمن على السوق وانتهاء بخلايا الأغشية السيليكونية الرقيقة والنوايض المولدة من البلاستيك أو أشباه الموصلات العضوية. إن إنتاج الخلايا الشمسية من الأغشية الرقيقة أرخص من إنتاج خلايا السيليكون البلوري، لكنها في المقابل أقل كفاءة في تحويل الضوء إلى طاقة كهربائية. لقد وصلت كفاءة الخلايا البلورية في المختبر إلى 31 في المئة أو أكثر من ذلك، في حين تراوح كفاءة الخلايا التجارية العادية من هذا النوع بين 15 و 20 في المئة. إن الكفاءة الحضرية والتجارية لجميع أنواع الخلايا الشمسية قد ارتفعت باستمرار في السنوات الأخيرة، وهذا يشير إلى أن زيادة الجهود المبذولة يمكن أن تحسن أداء الخلايا الشمسية في السوق.

إن الخلايا الشمسية سهلة الاستخدام جدا، لأنها يمكن أن توضع في أي مكان - على سطوح المنازل وأبنية المكاتب أو جذرائها وعلى شكل صفيقات arrays كبيرة في الصحراء، وحتى إنه يمكن أن تحاط في الملابس لتزويد الأجهزة الإلكترونية المحمولة بالطاقة الكهربائية. وقد انضمت ولاية كاليفورنيا إلى اليابان وألمانيا في قيادة دفع عالمي للمنشآت الشمسية، ويرمي الالتزام المسمى «مليون سطح شمسي» إلى توليد 3000 MW جديدة في الولاية بحلول عام 2018 وتبين الدراسات التي أجرتها مجموعتي البحثية - في مختبر الطاقة المتجددة والمناسبة Renewable and Appropriate Energy Laboratory بجامعة كاليفورنيا في بيركلي - أن الإنتاج السنوي من الخلايا الشمسية في الولايات المتحدة وحدها يمكن أن ينمو إلى 10 000 MW في غضون 20 عاما فقط إذا استمر التوجه الحالي.

وسببكون تخفيض سعر الخلايا الشمسية، الباهظة الثمن نسبيا في الوقت الحالي، أكبر تحدٍ إذ تبلغ التكلفة الإجمالية للكهرباء التي



كيلومتر مربع)، 20 000 امرأة على شكل صحن مقعر يركّز كل منها الضوء على مولّد استيرلنك حجمه مثل حجم برميل النفط تقريبا. ويُتوقع أن تبدأ المنشأة العمل عام 2009 ويمكن توسيعها فيما بعد إلى 850 MW ووُفّقت الشركة SES أيضا عقدا مدته عشرون عاما مع شركة غاز وكهرباء سان دييغو San Diego Gas & Electricity لبناء منشأة قدرتها 300 MW تضم 12 000 صحن في إمبريال فالي ويمكن فيما بعد تطوير هذه المنشأة لتنتج 900 MW لم تُعلن التفاصيل المالية المتعلقة بمشروع كاليفورنيا على الملا، لكن الكهرباء، التي تنتجها التقانات الشمسية الحرارية الحالية تكلف ما بين 5 و13 سنتا لكل كيلوواط-ساعة، علما أن المنظومات المزودة بصحون مرايا تقع عند الحد الأعلى من هذا المجال. ولما كان المشروعان يتضمنان تقانة ذات وثوق عال وإنتاج بالجملة فيتوقع أن تنخفض تكلفة التوليد لتصبح قريبة من أربعة إلى ستة سنتات لكل كيلوواط-ساعة، أي تصبح منافسة لسعر الطاقة الكهربائية المنتجة بواسطة الفحم الحجري

### نمو متسارع للطاقة من الرياح<sup>(١٤)</sup>

لقد تمت الطاقة الكهربائية التي تولدها الرياح بسرعة تضارع تلك التي نمت بها الصناعة الشمسية. وازدادت مقدرة التوليد العالمية لتوربينات الرياح أكثر من 25 في المئة كل عام وسطيا، خلال العقد الماضي، حتى وصلت إلى 60 000 MW في عام 2005. وكان هذا النمو بين عامي 1994 و 2005 أشبه ما يكون بالانفجار في أوروبا، فقد قفزت مقدرة الطاقة الكهربائية التي تولدها الرياح في دول الاتحاد الأوروبي من 1700 إلى 40 000 MW وعند ألمانيا وحدها أكثر من 18 000 MW بفضل برنامج بناء مدعوم سريع وتبني المقاطعة الألمانية الشمالية شلزفيك-هولشتاين حاليا ربع حاجتها من الكهرباء سنويا بواسطة أكثر من 2400 توربين رياح؛ وفي أشهر معينة توافر الطاقة الكهربائية المولدة بواسطة الرياح أكثر من نصف كهرباء هذه المقاطعة. يضاف إلى ذلك أن عند إسبانيا 10 000 MW من القدرة المولدة بالرياح<sup>(١٥)</sup>، وعند الدنمارك 3000 MW، وعند كل من بريطانيا العظمى وهولندا وإيطاليا والبرتغال أكثر من 1000 MW

أما في الولايات المتحدة فقد تسارعت صناعة توليد الكهرباء بواسطة الرياح تسارعا مذهلا في السنوات الخمس الماضية، حتى إن مقدرة التوليد الكلية قفزت 36 في المئة

Blowing in the Wind<sup>(١٦)</sup> العنبران الأصلي  
wind power (١٦)

**5000**  
**ميغاواط**  
**مقدرة توليد الكهرباء من**  
**الخلايا الشمسية في العالم**  
**37 في المئة**  
**الكفاءة القصوى للخلايا**  
**الشمسية التجريبية**  
**20 إلى 25**  
**سنتا**  
**تكلفة الكيلوواط-ساعة**  
**للكهرباء الشمسية**

مصباح متفلور أو تلفزيون أبيض-أسود صغير ساعات قليلة كل يوم. ويزداد عدد الكينيين الذين يختارون الطاقة الكهربائية الشمسية كل عام عوضا عن استخدامهم شبكة كهرباء البلد. وتستفيد اللوحات عادة خلايا شمسية مصنوعة من السيليكون البلوري amorphous silicon ومع أن كفاءتها هي فقط نصف كفاءة الخلايا البلورية فإن تكلفتها أقل بكثير (باربع مرات على الأقل). فتكون القدرة على شرائها أكبر، وهي تفيد بليونين من البشر في أنحاء العالم ليست لديهم كهرباء. في الوقت الراهن وتزداد مبيعات منظومات الكهرباء الشمسية الصغيرة ازديادا سريعا في الدول الإفريقية الأخرى أيضا، ويمكن أن يسرّع هذا الازدياد التقدم الذي تحرّزه صناعة الخلايا الشمسية القليلة التكلفة

وأكثر من ذلك، ليست الخلايا الشمسية هي الشكل الوحيد من الطاقة الكهربائية الشمسية الذي ينمو بسرعة فالمنظومات الشمسية الحرارية التي تجمع ضوء الشمس لتوليد الحرارة تشهد ولادة جديدة. فقد كانت هذه

المنظومات مدة طويلة تُستخدم لتوفير الماء الساخن للبيوت أو المصانع، لكنها يمكن أن تنتج الكهرباء أيضا من دون الحاجة إلى الخلايا الشمسية الباهظة الثمن. ففي أحد التصاميم، على سبيل المثال، تركّز المرايا الضوء على مولّد استيرلنك Stirling engine، وهو جهاز عالي الكفاءة يحوي مائعا عاملا يدور بين حجرتين إحداهما حارة والأخرى باردة يتمدد المائع عند تعرضه لضوء الشمس فيدفع مكبسا يدير توربينًا

وفي خريف عام 2005، أعلنت شركة من مدينة فونيكس ندعى Stirling Energy Systems (SES) أنها كانت تخطط لبناء منشأتي طاقة كهربائية شمسية حرارية كبيرتين في جنوب كاليفورنيا. وقد وُفّقت الشركة SES اتفاقية شراء مدتها عشرون عاما مع الشركة Southern California Edison التي سوف تشتري الكهرباء من منشأة شمسية قدرتها 500 MW ستبنى في صحراء موهافي Mojave Desert وسوف تضم المنشأة التي تمتد على مساحة 4500 أكر (أكثر من 16

### نظرة إجمالية<sup>(١٧)</sup>

- بفضل تقدم التقانة، يمكن لمصادر الطاقة المتجددة أن تصبح مساهما كبيرا في الطاقة العالمية.
- لتسريع هذا الانتقال إلى الطاقات المتجددة، ينبغي للولايات المتحدة أن تزيد ما تخصصه للإنفاق على التطوير والبحث في مجال الطاقة.
- كذلك ينبغي للولايات المتحدة أن تفرض رسما على الكربون لتكافئ مصادر الطاقة النظيفة مقابل تلك التي تؤذي البيئة.

Overview (١٧)  
working fluid (١٦)

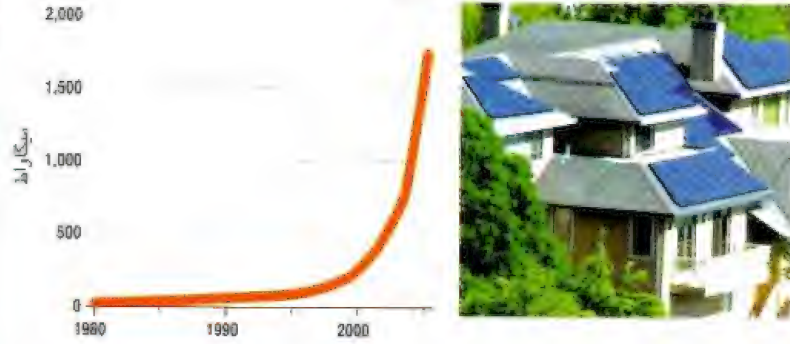
## تنمو بسرعة، لكنها لاتزال صغيرة

تكتسب الخلايا الشمسية والكهرباء المولدة بواسطة الرياح والوقود البيولوجي بسرعة مكانة في أسواق الطاقة، لكنها تبقى هامشية مقارنة بمصادر الوقود الأحفوري، مثل الفحم الحجري والغاز الطبيعي والنفط

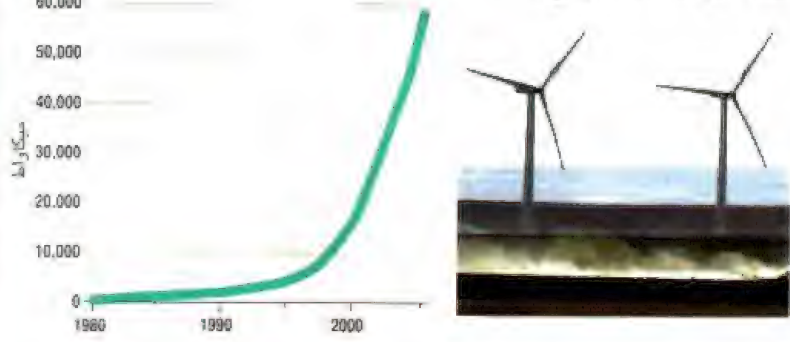
### ازدهار الطاقة المتجددة

تسارع التداول التجاري لمصادر الطاقة المتجددة منذ عام 2000 تسارعا مذهلا. فقد قفز الإنتاج الطاقى السنوي العالمى للخلايا الشمسية، التي تعرف أيضا بالخلايا القوتوقلطية، 45 في المئة عام 2005. وإن بناء مزارع رياح<sup>(1)</sup> جديدة، وبخاصة في أوروبا، قد رفع مقدرة التوليد العالمية لكهرباء الرياح<sup>(2)</sup> عشرة أضعاف خلال العقد الماضي. وارتفع إنتاج الإيثانول، أكثر أنواع الوقود البيولوجي شيوعا، إلى 36.5 بليون لتر في السنة. وكانت حصة الأسد للإيثانول المقطر من الذرة المزروعة في أمريكا.

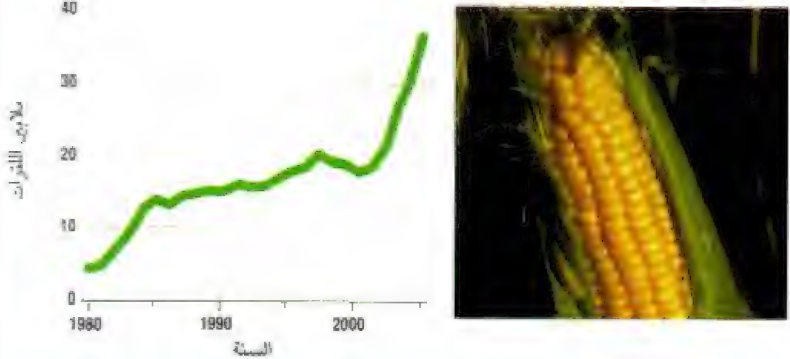
### إنتاج الخلايا الشمسية للطاقة الكهربائية



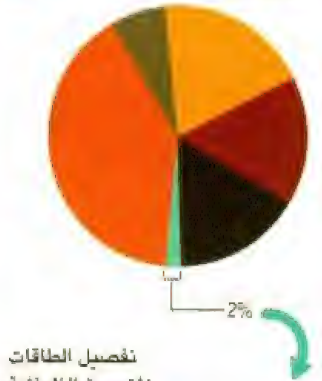
### مقدرة توليد طاقة الرياح



### إنتاج الإيثانول



### مصادر الطاقة المتنافسة



### تفصيل الطاقات المتجددة اللامائية



### التحدي قادم

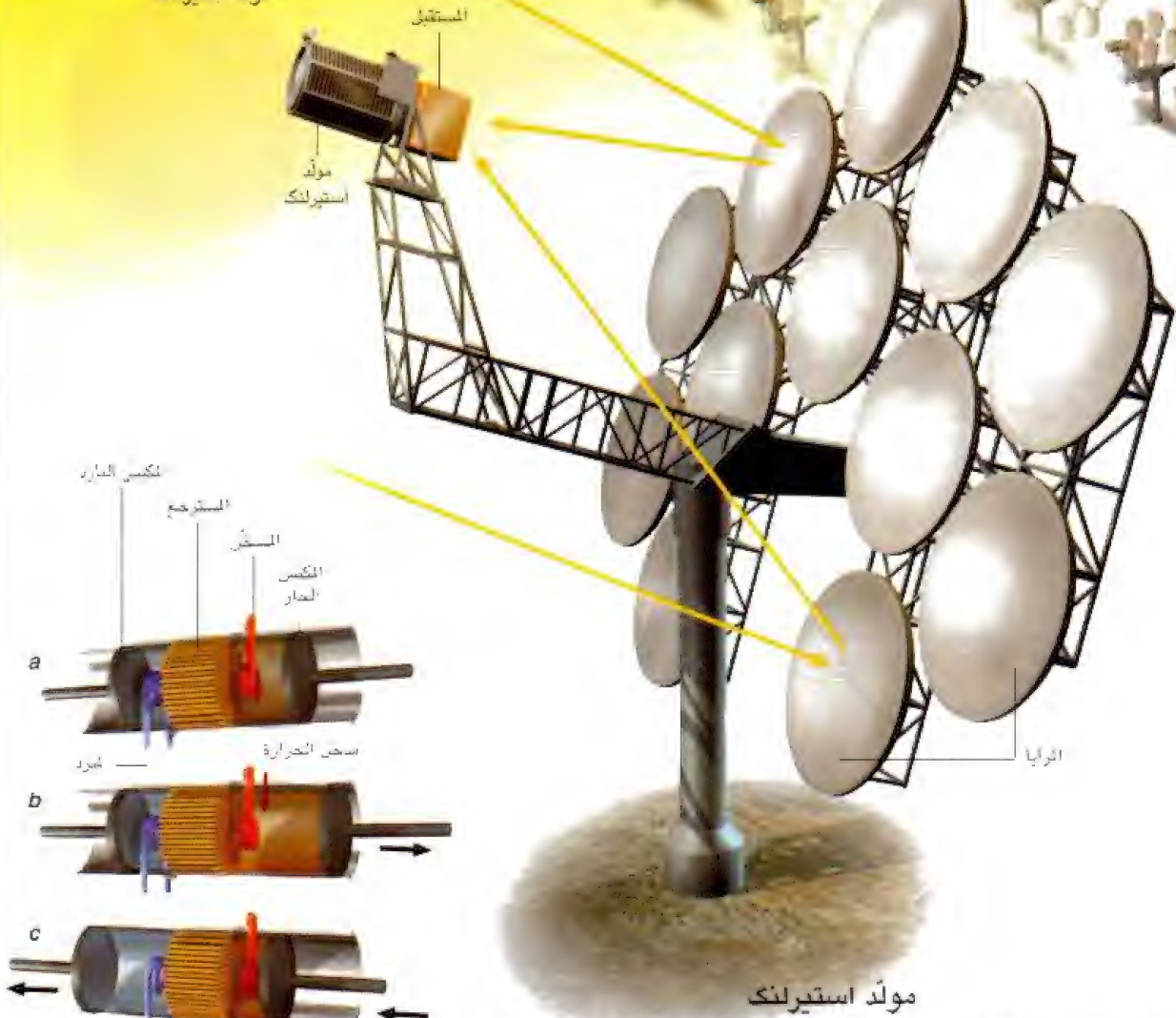
ينبغي لمزودي الطاقة المتجددة أن يتغلبوا على عدة عقبات تقانية واقتصادية وسياسية لكي يضارعوا حصة السوق الخاصة بمزودي الطاقة من المصادر الأحفورية. مثلاً، ينبغي أن تستمر أسعار الخلايا الشمسية بالانخفاض لكي تصبح منافسة لمنشآت توليد الكهرباء العاملة بالفحم الحجري. وينبغي لمطوري مزارع الرياح أن يعالجوا المسائل المتعلقة بالبيئة وبالمعارضة المحلية. وتضم المصادر المتجددة الواعدة الأخرى مولدات تعمل بالخسار الصاعد من المناقذ الجيوحرارية<sup>(3)</sup> ومنشآت توليد الكهرباء من الخشب والنفايات الزراعية.

## كهرباء حارة من المرايا<sup>(١)</sup>

يمكن لمطويات شمسية "حرارية" مستخدمة منذ زمن طويل لتأمين الماء الساخن للسائل والنضايح، أن تولد الكهرباء، أيضاً. ولما كانت هذه المنظومات تنتج الكهرباء من حرارة الشمس وليس من الضوء، فإنها لا تحتاج إلى الخلايا الشمسية الباهظة الثمن.

### المركّزات الشمسية<sup>(٢)</sup>

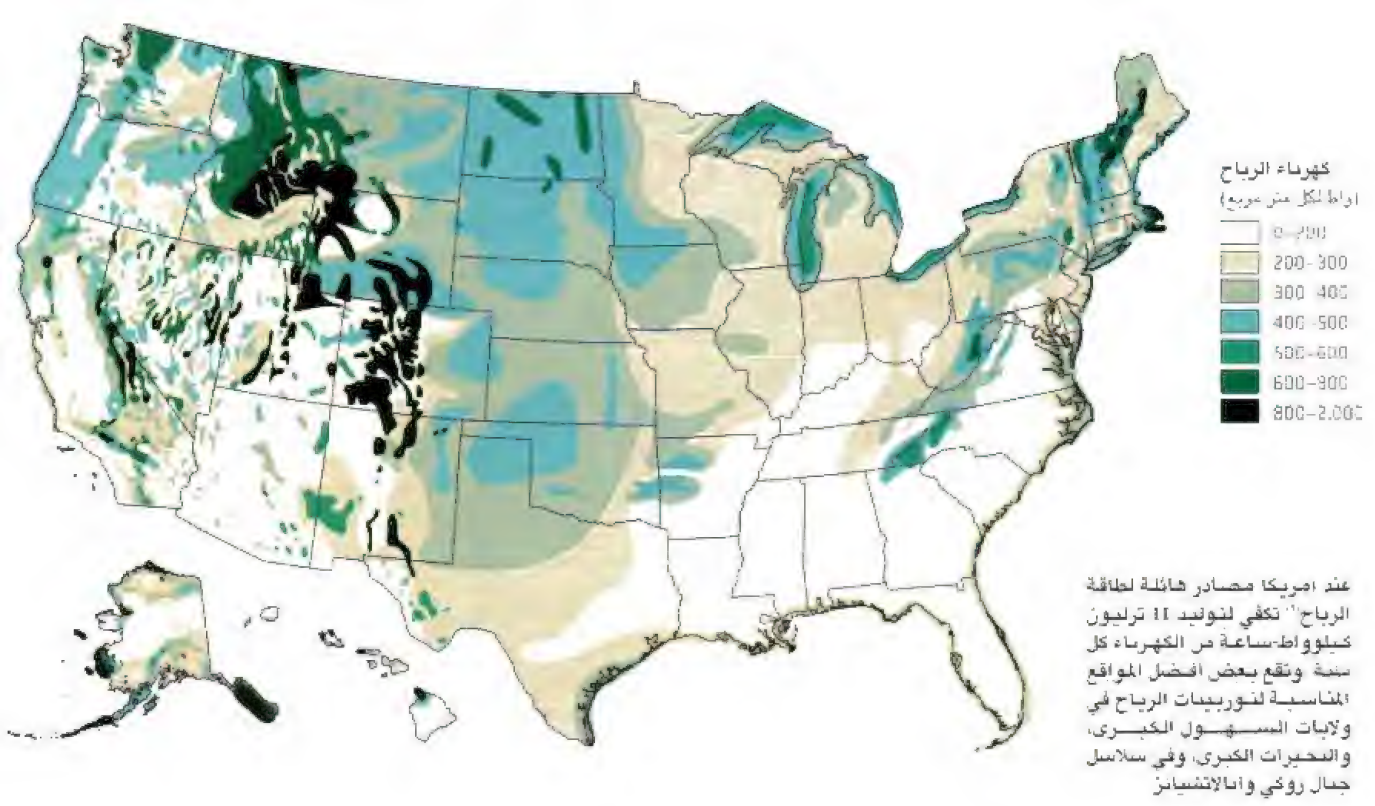
يتألف الصفيف array الشمسي الحراري من آلاف المركّزات الشمسية، التي لها شكل صحن يرتبط كل منها بمولد استيرلنك الذي يحول الحرارة إلى كهرباء. توضع المرايا بحيث تركز ضوء الشمس المنعكس على مستقبل مولد استيرلنك.



### مولد استيرلنك

يقوم مولد استيرلنك العالي الأداء بتحويل عامل<sup>(٣)</sup>، مثل غاز الهيدروجين، ذهاباً وإياباً بين حجريين (٥). تكون الحجرة الباردة (الزرقاء) مفصولة عن الحجرة الحارة (البرتقالية) بواسطة مستخرج regenerator يحافظ على فرق درجة الحرارة بينهما. تسخن الطاقة الشمسية الآتية من المستقبل الغاز في الحجرة الحارة فتؤدي إلى تمدده، وتحريك المكبس الحار (b). ثم يعكس هذا المكبس جهة حركته فيدفع الغاز الحار إلى الحجرة الباردة (c). وعند تبرد الغاز يستطیع المكبس البارد أن يضعه بسهولة فينبیح للدورة أن تبدأ من جديد (d). وتشغل حركة المكابس نورمبات تدوير مولد alternator فتتولد الكهرباء.





### الحاجة إلى البحث والتطوير

حاليا يمر كل من هذه المصادر المتجددة في منعطف خطير، فهذه هي المرحلة الحاسمة حين يمكن الاستثمار والابتكار والتسويق هؤلاء المنجذبين المترددين عموما من ان يصبحوا مساهمين رئيسيين في تزويد الطاقة محليا أو عالميا وفي الوقت نفسه بدأت تنتشر الخطط الطموحة المصممة لفتح الأسواق أمام الطاقات المتجددة على مستوى المدن والولايات والمستوى الفدرالي في جميع أنحاء العالم وقد تبنت الحكومات هذه الخطط لأسباب متنوعة جدا لتشجيع تنوع الأسواق أو الأمن الطاقى ولدعم الصناعات والتوظيف ولحماية البيئة على المستويين المحلي والعالمي ففي الولايات المتحدة هناك أكثر من 20 ولاية تبنت معايير تضع حدا أدنى لجزء الكهرباء الذي يجب أن يقدم بوساطة موارد متجددة وتخطط ألمانيا لتوليد 20 في المئة من كهربائها من الموارد المتجددة بحلول عام 2020، وتنوي السويد التحلي عن الوقود الأحفوري كليا

حتى الرئيس «جورج دبليو بوش» ذكر في خطابه الشهير حول حالة الاتحاد في الشهر 2006/1 أن الولايات المتحدة «مدمنة على النفط» ومع أن «بوش» لم يشر إلى علاقة ذلك بالاحتراز العالمي فإن جميع العلماء متفقون تقريبا على أن إدمان البشرية على الوقود الأحفوري

The need for R&D in  
 wind energy  
 global warming

اللازمة للتخضير فإن منتجي الإيثانول السليلوزي يحرقون الخشبين lignin - وهو الجزء الذي لا يتخضر من المادة العضوية - لتسخين السكاكر النباتية. ولا يضيف حرق الخشبيين (اللجنين) أية غازات دفيئة إلى الجو. لأن امتصاص ثنائي أكسيد الكربون أثناء نمو النباتات المستخدمة لصنع الإيثانول يعادل الانبعاثات، ونتيجة لذلك يمكن أن تخفض الاستعاضة عن البنزين بالإيثانول السليلوزي انبعاثات غاز الدفيئة بما يعادل 90 في المئة أو أكثر

أما الوقود البيولوجي الآخر الواعد فهو ما يسمى الديزل الأخضر green diesel. لقد أنتج الباحثون هذا الوقود بقيامهم أولا بتغويز gasifying الكتلة البيولوجية - أي تسخين المواد العضوية تسخيناً يكفي لأن يتحرر الهيدروجين وأحادي أكسيد الكربون - ثم بتحويل هذه المركبات إلى هيدروكربونات طويلة السلسلة باستخدام عملية فيشر-ترويش (وقد استخدم المهندسون الألمان خلال الحرب العالمية الثانية هذه التفاعلات الكيميائية لصنع وقود محركات تركيبي من الفحم الحجري). وسوف تكون النتيجة وقودا سائلا منافسا من الناحية الاقتصادية للاستخدام في محركات السيارات لا يضيف تقريبا أية غازات دفيئة إلى الجو وتتقصى حاليا شركة النفط العملاقة دتش/شل هذه التقنية

**16.2 بليون**  
 لتر من الإيثانول أُنتجت في  
 الولايات المتحدة عام 2005

**2.8 في المئة**  
 حصة الإيثانول من مجمل  
 وقود السيارات حجما

**2 بليون دولار**  
 الدعم السنوي للإيثانول  
 الذي أساسه الذرة







## مستقبل واعد للدمغ الجزيئي<sup>(١)</sup>

<K. موسياخ>

منذ أكثر من ثلاثة عقود، طُوِّرت وتلاميذي [في جامعة لوند بالسويد] مع فرق أخرى، «شِبَاك صيد» من أنماط تعمل بمقياس النانومتر<sup>(١)</sup> nanometer. وتمكنت تلك الشبكات التي صنعناها من اصطياد الخلايا الحية، ثم فيما بعد اصطياد كيانات بيولوجية أصغر، مثل الإنزيمات أو جزيئات أخرى. وفي الظروف المناسبة، كان «صيدنا» يستطيع المضي شهوراً في أداء مهامه المألوفة خارج الكائنات الحية.

لقد أثبتت هذه التقنية جاذبيتها لعشرات من التطبيقات<sup>(٢)</sup>. فعلى سبيل المثال، تستخدم اليوم شبكات بلاستيكية تحوي خلايا الإشريكية القولونية *Escherichia coli* لإنتاج حمض الأسباريك، وهو حمض أميني يستخدم في تحضير أدوية متنوعة. وفي الصناعات الغذائية، يُحوَّلُ البلاستيك مطمور مع إنزيم نوعي سكر الجلوكوز إلى الفركتوز، الأكثر حلاوة. وساعد اتحاد آخر من شبكة وإنزيم على تصنيع سوابق المادة البلاستيكية التي تُصنع منها الشبكات. ومما يبهجننا أن التطبيقات المحتملة للمصائد تواصل ازديادها شاملة بذلك الطب. ومن أبرز ما يذكر في هذا المجال أن الخلايا التي تحجز في الشبكات قد تحل محل خلايا أخرى ماتت أو حدث قصور في أدائها لوظيفتها، مثل الخلايا المنتجة للإنسولين المطلوب لمرضى السكري.

لكن أداة الصيد بالشبكات الأصلية تمثل مجرد محاولة أولى لايتكار التقانات التي تزواج المواد البلاستيكية (الدائن) بالجزيئات. وفي الوقت الحاضر، يختبر أكثر من 500 باحث حول العالم تطبيقات تقانة ثانية جديدة: الدمغ الجزيئي molecular imprinting، التي قمت (المؤلف) بدور حاسم في تطويرها. لقد ابتكرت مجموعتي صيغة رائجة من هذه التقنية تستخدم أسس الكيمياء الحيوية. وقد طور باحثون آخرون طرقاً تعتمد على أسس الكيمياء العضوية، من أبرزهم <G. وولف> [من جامعة هايتريتش-هاين في دوسيلدورف بألمانيا] و <J.K. شي> [من جامعة كاليفورنيا في إرفين].

وعموماً، تُغطّي خزرات أو تراكيب أخرى بلاستيكية بدمغات imprints من جزيئات نوعية - هي في الواقع قوالب casts للجزيئات - توضع قيد الاستخدام لمهام مختارة. وفور إتقانها سيصبح لهذه التقنية تطبيقات في مجالات كثيرة شاملة صناعة المواد الغذائية، والتي تراها مفيدة في قدرتها على إزالة الملوثات، مثل السم الفطري أفلاتوكسين. كذلك بدأت هذه الأدوات الجديدة تجذب اهتماماً كبيراً في المجال الطبي البيولوجي، حيث يمكن أن تسرع المراحل الأولية من اكتشاف دواء منخفض التكلفة، ويمكن استعمالها في تنقية الدواء وفصله، كما تسهم في تطوير الأجهزة الطبية وأدوات التشخيص.

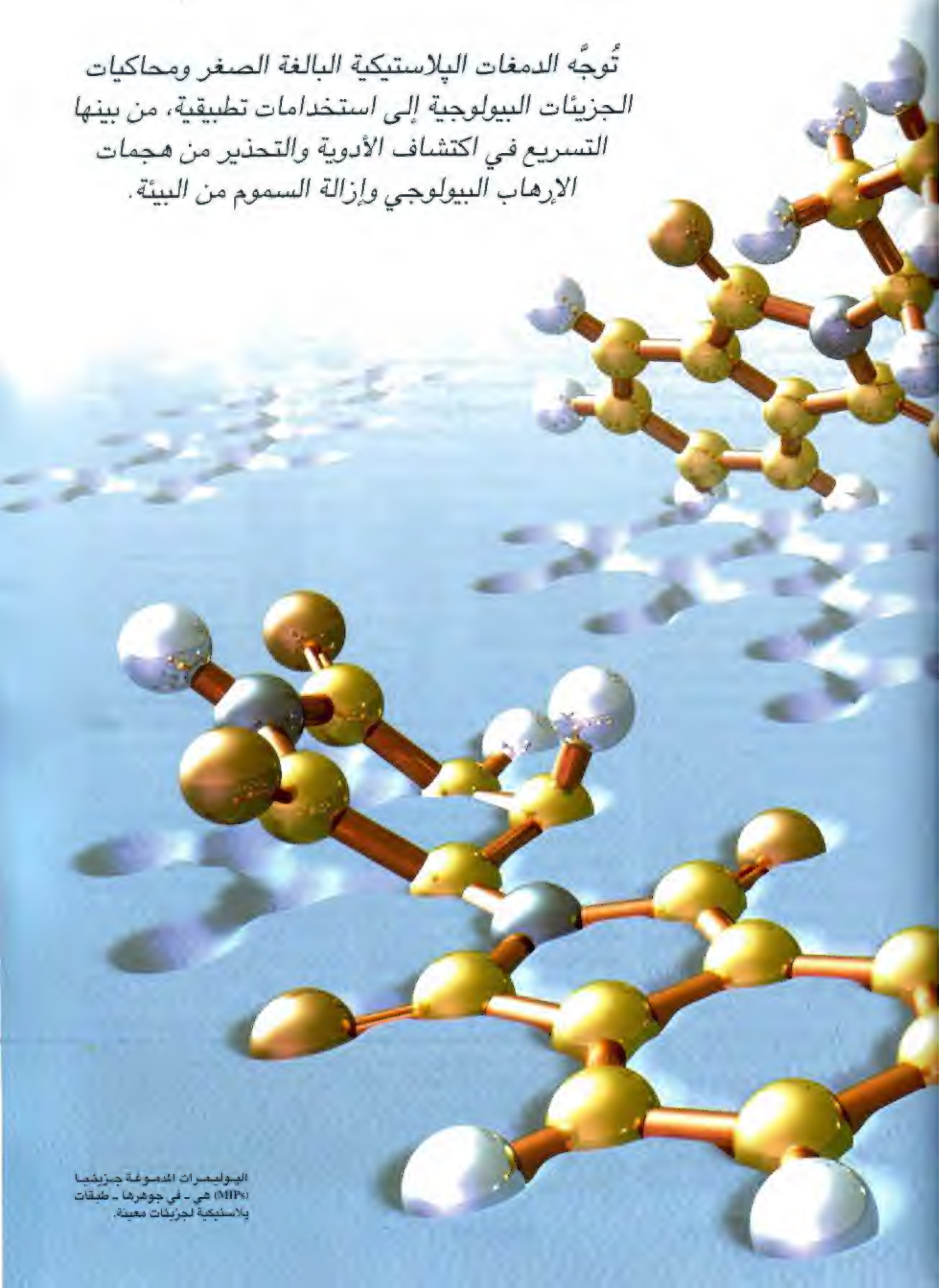
THE PROMISE OF MOLECULAR IMPRINTING (١)

(١) هو  $10^{-9}$  متر (جزء من بليون جزء من المتر).

(٢) انظر: "Enzymes Bound to Artificial Matrixes," by Klaus Mosbach; Scientific American, March 1971

تُوجَّهُ الدماغات البلاستيكية البالغة الصغر ومحاكيات  
الجزيئات البيولوجية إلى استخدامات تطبيقية، من بينها  
التسريع في اكتشاف الأدوية والتحذير من هجمات  
الإرهاب البيولوجي وإزالة السموم من البيئة.

البوليمرات المدعومة جزيئياً  
(MIPs) هي - في جوهرها - طبقات  
بلاستيكية لجزيئات معينة.



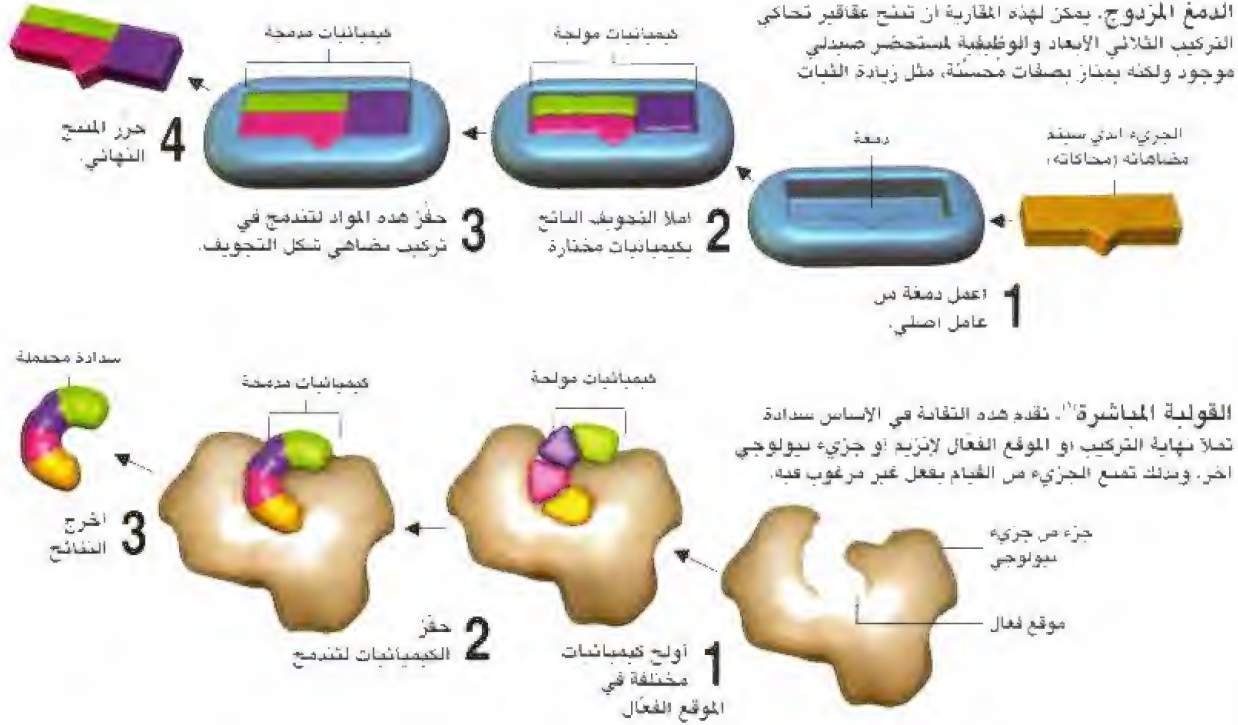




## ما بعد البوليمرات MIPs: عمل نماذج موجبة من نماذج سالبة<sup>(1)</sup>

تستخدم تقنيتان جديدتان التجاويف كقوالب molds لصنع مركبات مفيدة في الدمع المزدوج يكون القالب صناعياً: دمعاً بلاستيكية لمادة مختارة في القولية المباشرة يكون التجويف طبيعياً: جزءاً من جزيء بيولوجي

شكل محاك للأصل



### الجيل التالي<sup>(3)</sup>

إن الاهتمام المتزايد من قبل الصناعات الصيدلانية والتقانات البيولوجية، يشجعنا على المضي قدماً في أبحاثنا.

تتابع مجموعتنا حالياً مسارين فرعيين من تقنية MIP: ينتج واحد منهما محاكياً لجزيء أصلي وبدقة أكثر. يولد مادة لها الشكل الثلاثي الأبعاد والقدرات الوظيفية بعينهما كالأصل - ويستمد المحاكى وظيفته من الشكل المضاهي ومن احتوائه نظام الشحنت ذاتة عند مواضع محددة ونحن نشير إلى هذه التقنية باسم **الدمع المزدوج double imprinting**، لأنها تتضمن صنع جزيء جديد من دمعاً - أي، هي في أساسها دمعاً لدمعاً بعد صنع الدمع الأولي، استخدمنا التجويف الناتج كقالب فائق الصغر (tiny mold) أو **كوعاء نانوي (nanovessel)**، ووضعنا شظايا من الجزيئات أو أسلافها من البوليمرات البلاستيكية داخل الوعاء النانوي ومن ثم سمحنا للمكونات أن تتراكم في تركيب مفرد يضاهي شكل التجويف الفائق الصغر

بلاستيكية هي دمعات ذات أشكال خاصة من المواد المتفاعلة ومن ثم تحاكي الشكل الثلاثي الأبعاد للموقع الفعال للإنزيم الحقيقي. والمونوميرات (القطع الأحادية) التي نعتمد عليها، والبلاستيزمات الناتجة، لها مجموعات كيميائية مشابهة لتلك الموجودة في الإنزيمات الطبيعية. ولقد نتج من أول الجهود التي سارت على هذه الخطوط بعض النشاط الإنزيمي، ولكن مازال علينا أن نجد وسائل لنجعل البوليمرات MIPs تعمل بكفاءة أكثر وتستطيع البلاستيزمات القيام بفاعليات لا تستطيع إنزيمات طبيعية تم اكتشافها حتى الآن القيام بها - مثل إزالة سمية مواد معينة بتكسيرها إلى أجزاء

جائزة نوبل لبدايل تجارب الحيوانات، كان الجزء الوحيد من عملي العلمي الذي أدركته تماماً إحدى بناتي وصفقت له استحساناً عندما كانت مرافقة)

وقد تصلح البوليمرات MIPs أيضاً كبدايل طويلة الأثر للإنزيمات في الصناعة وفي الطبيعة، ينتج كل كائن آلاف الإنزيمات، يحفز كل منها تفاعلاً كيميائياً حيوياً نوعياً، مثل شطر جزيء، خاص في مكان محدد أو دمع مادتين معاً ويحدث التفاعل عموماً عندما يتطابق مُستهدف الإنزيم، أو المادة المتفاعلة، مع أخدود على الإنزيم يُعرف بالموقع الفعال.

ولعمل إنزيمات صناعية، أو «بلاستيزمات» plastizymes، حاول مختبري ومجموعات أخرى تخليق تجاويف

Beyond MIPs: Making Positives from Negatives (1)  
The Next Generation (2)  
direct molding (3)



## مرايا في العقل

يعكس صنف خاص من خلايا الدماغ مشهد العالم الخارجي،  
كاشفا عن سبيل جديد من أجل الفهم والربط والتعلم لدى البشر.

<G> ريزولاتي - د. فوكاسي - <V> كاليستي

حينما يشاهدها من دون أي حاجة إلى تفكير صعب بشأنها أن «جمال» يستوعب فعلة «مريم» لأن هذه الفعلة، وإن كانت تحدث أمام عينيها، إنما تحدث كذلك في الواقع داخل رأسه. ومن المهم أن نلاحظ أن بعض فلاسفة تعرف الظواهر افترضوا منذ القدم أن على المرء أن يختبر الشيء بنفسه كي يفهمه حقاً. ولكن بالنسبة إلى علماء الأعصاب، فإن اكتشاف أساس مادي لهذه الفكرة في الجهاز العصبي المرتي يمثل تغيراً مثيراً في طريقة فهمنا للطريقة التي نفهم بها

سلوك شخص ما، فإن السهولة والسرعة التي نفهم بها بعضنا أفعالاً بسيطة، إنما تلمح إلى تفسير مباشر أكثر ففي أوائل تسعينات القرن الماضي وجدت مجموعتنا البحثية جواباً لذلك على نحو عرضي لدى صنف مستغرب من العصبونات في دماغ سباسب تضطرم fire حينما يقوم بحركات بسيطة التوجيه، مثل التقاط قطعة من الفاكهة والمستغرب هو كون هذه العصبونات بالذات تضطرم كذلك حينما يرى شخص شحاصاً آخر يؤدي الفعل نفسه ونظراً لأن هذه المجموعة الجزئية subset من الخلايا المكتشفة حديثاً بدت أنها تعكس بشكل مباشر أفعالاً تؤديها مجموعة أخرى في دماغ المشاهد، فقد أطلقنا عليها اسم

العصبونات المرآتية mirror neurons

يُعتقد أن الكثير من دارات العصبونات التي تختزن ذكريات معينة داخل الدماغ، هي مجموعات خلايا مرآتية يبدو أنها تكوّن مرادف encode templates لأفعال معينة وقد تسمح هذه الخاصية للشخص لا أن يؤدي فقط إجراءات محرّكة أساسية من دون تفكير بها، بل وأن يفهم كذلك هذه الأفعال

«جمال» يراقب «مريم» وهي تقطف زهرة. و«جمال» يعرف ما الذي تفعله «مريم» - إنها تلتقط زهرة - وهو بدوره يعرف كذلك لماذا تفعل «مريم» ذلك. تبتسم «مريم» لـ «جمال»، وهو يظن أنها ستعطيه الزهرة كهدية وهذا المشهد يدوم لحظات فقط. ويكون إدراك «جمال» لما يحدث فوراً ولكن كيف يفهم «جمال» ما تفعله «مريم» بالصبط وكذلك قصصها بهذه الدرجة من التفانيّة؟

قبل عقد من السنين كان معظم علماء الأعصاب والمختصين في علم النفس يعزّون فهم الفرد لأفعال فرد آخر، ولاسيما عقاصده، إلى عملية محاكاة سريعة لا تشبه تلك التي تستخدم لحل مسألة منطقية بمعنى أن جهازاً معرفياً cognitive apparatus معقداً في دماغ «جمال» قد هيأ استيعاب معلومات حواسه ومقارنتها بحبرات مخزنة لديه، مما سمح لـ «جمال» بالتوصل إلى استنتاج عما كانت «مريم» ستنتهي إليه ولماذا

ومع أن مثل هذه العمليات الاستدلالية المعقدة ربما تحدث بالفعل في بعض المواقف، وبخاصة حينما يصعب تفسير

### نظرة إجمالية/ اجتماع العقول

- تستجيب مجموعات جزئية من العصبونات في أدمغة بشرية وبنسب عالية عندما يؤدي فرد ما أفعالاً معينة وكذلك عندما يلاحظ الفرد أساساً آخرين يؤديون الحركات نفسها
- توفر هذه العصبونات المرآتية mirror neurons خبرة داخلية مباشرة، وتوافر من ثم فهم أفعال الشخص الآخر ومقاصده وأفعالاته.
- وكذلك يمكن للعصبونات المرآتية أن تحدد القدرة على تقليد ما يفعله شخص آخر، ومن ثم أن يتعلم جعل الآلية المرآتية جسراً بين أدمغة فرادى من أجل التخاطب والاتصال على مستويات متعددة.

MIRRORS IN THE MIND  
Overview: Meeting of Minds  
Instant Recognition



يستطيع الفعل الذي يؤديه شخص أن ينشط مسارات حركية في دماغ شخص آخر مسؤولة عن أداء هذا الفعل نفسه. وفي أعماقه، يفهم الثاني ما يقوم به الشخص الأول لأن الألبة المراتية (المبينة في الصورة) تجعله بتفحص هذه الخبرة في عقله

وجدناها تنتشر عبر مناطق مهمة في جانبي الدماغ، بما في ذلك القشرتين المخيتين أمام الحركة premotor والجدارية parietal. فإتلاف المنظومة العصبونية المراتية جميعها قد يتسبب في مثل هذه العيوب المعرفية cognitive العامة الواسعة في الإنسان. مما يجعل التحديد الدقيق للتأثيرات النوعية للخلايا المفقودة أمرا مستحيلا.

للفعل نفسه بغض النظر عن يؤديه في الأبحاث البيولوجية غالبا ما تكون الطريقة الأكثر تسديدا لتحديد وظيفة إحدى الجينات أو البروتينات أو مجموعات الخلايا، هي ببساطة إزالة تلك البنية ومشاهدة عيوب أو نقائص سلوك أو صحة المتعضية الحية ولكننا لا نستطيع استخدام هذه التقنية لتحديد دور العصبونات المراتية. لأننا

أمسك أحدها قطعة طعام أخذت عصبونات الإنسان تضطرم بالطريقة ذاتها التي تضطرم بها حينما تمسك الإنسان قطعة الطعام في البداية تسألنا هل يمكن أن تكون هذه الظاهرة نتيجة عامل نافع ما، كقيام الإنسان بأداء حركة غير ملحوظة أثناء مشاهدته أفعالنا ولكن ما إن أقصينا هذه الإمكانيات وغيرها، بما في ذلك توقع الإنسان للطعام، حتى تحققنا من أن نمط النشاط العصبوني الذي يرافق الفعل المشاهد إنما هو تمثيل حقيقي في الدماغ

وهكذا، تبيننا من جانبنا استراتيجية مختلفة فلكني تختير ما إذا كانت العصبونات المرآتية تؤدي دوراً في فهم الفعل بدلاً من مجرد تسجيله بصرياً. قمنا بتقدير الاستجابات العصبونية حينما تفهم معنى الفعل من دون رؤيته فعلياً فإذا كانت العصبونات المرآتية تدير الفهم حقاً، تكون حجتنا بأن نشاطها يجب أن يعكس معنى ذلك الفعل بدلاً من معالمة الإيصارية؛ ولذلك أجرينا سلسلتين من التجارب قمنا أولاً باختبار ما إذا كانت العصبونات المرآتية F5 تستطيع

المجرب وهي تمسك قطعة الطعام، ولكن يستطيع فقط أن يخمن نتيجة الفعل ومع ذلك، فإن أكثر من نصف عدد العصبونات المرآتية F5 انفرغت حين استطاع النسناس مجرد تخيل ما كان يحدث خلف الشاشة لذلك أكدت هذه التجارب أن نشاط العصبونات المرآتية يحدد فهم الأفعال المحركة. فعندما يكون من الممكن فهم فعل ما على أساس غير إيصاري، كصوت أو تمثيل عقلي ما، فإن العصبونات المرآتية تظل تنفرغ لتؤثر معنى ذلك الفعل وبعد هذه الاكتشافات في دماغ

في هذه التجارب، التي أجريناها في مستشفى سان رافائيل بميلان، استخدمنا التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني positron-emission tomography (أو PET اختصاراً) لمشاهدة النشاط العصبي في أدمغة مفعوضين من البشر أثناء قيامهم بمراقبة أفعال التقاط يجري أداؤها بقبضات GPS يدوية مختلفة؛ ومن ثم، كتجربة شاهدة، قيامهم بالنظر إلى أشياء ساكنة. وفي هذه الحالات، أدت رؤية أفعال يؤديها آخرون إلى تنشيط ثلاث باحات رئيسية في القشرة المحية للدماغ. ويعرف عن إحدى هذه الباحات، وتسمى الثلم الصدغي العلوي superior temporal sulcus (أو STS اختصاراً)، أنها تحتوي على عصبونات تستجيب لمشاهدات أجزاء الجسم المتحركة أما الاثنان الآخران، وهما الفصيص الجداري السفلي inferior parietal lobule (أو IPL)، والتلفيف الأمامي السفلي inferior frontal gyrus (أو IFG)، فإنهما تقابلان على التوالي الفصيص IPI النسناسي والقشرة المحية أمام الحركة البطيئة النسناسية (بما في ذلك العصبونات I-5) اللذين سجلنا فيهما سابقاً عصبونات مرآتية. لقد أوضحت هذه النتائج المشجعة بوجود آلية مرآتية تعمل في دماغ الإنسان كذلك ولكنها لم تتكشف تماماً فإذا كانت العصبونات المرآتية تسمح بفهم فعل ما مشاهد من خلال اختبارها على سبيل المثال، فإننا نتساءل إلى أي مدى يشكل الهدف النهائي لهذا الفعل أحد مكونات ذلك «الفهم» أيضاً

### عن قصد

بالعودة إلى مثالنا حول «جمال» و«مریم»، فقد قلنا أن «جمال» يعرف أن «مریم» تقطف الزهرة وأنها كذلك تعترزم إعطاها له. ذلك أن ابتسامتها أعطته دالة قرينية contextual clue عن عزمها في هذا الموقف. فمعرفة «جمال» بهدف «مریم» جوهرية لفهمه فعلتها. لأن إعطاء الزهرة يشكل تنمة للحركات التي تؤلف عملها هذا عندما تؤدي نحن أنفسنا إمارة كهذه.

On Purpose

## لقد كان نموذج النشاط تمثيلاً صادقاً في الدماغ للفعل نفسه بغض النظر عن الشخص الذي كان يؤديه.

«تعرف» recognize الأفعال انطلاقاً من أصواتها فقط. لقد سجلنا العصبونات المرآتية أثناء مشاهدة النسناس فعلاً محركاً يدوياً، مثل تقطيع صفحة من الورق أو تكسير قشرة بندق برافقه صوت مميز. وبعدئذ عرضنا على النسناس الصوت لوحده، فوجدنا أن العديد من العصبونات المرآتية F5 التي استجابت للمشاهدة الإيصارية لأفعال رافقتها أصوات، تستجيب كذلك للأصوات لوحدها. وسمينا هذه المجموعات الفرعية الخلوية عصبونات مرآتية سمعية إيصارية audiovisual mirror neurons

وبعدئذ وضعنا نظرية تفترض أنه إذا كانت العصبونات المرآتية تضطلع حقاً بفهم أحد الأفعال، فإنها لابد كذلك أن تنفرغ discharge حين لا يرى النسناس حقيقة ذلك الفعل. بل لديه دالات clues كافية لتكوين تمثيل عقلي mental representation لذلك الفعل. وهكذا، عرضنا على النسناس بادئ ذي بدء مجرباً experimenter يسعى إلى التقاط قطعة طعام؛ ومن ثم وضعنا شاشة أمام النسناس بحيث لا يستطيع رؤية يد

النسناس. تسألنا بشكل طبيعي ما إذا كانت المنظومة العصبونية المرآتية توجد كذلك لدى البشر فحصلنا أولاً على دليل قوي بأن الإنسان يمتلك مثل هذه المنظومة، وذلك عبر سلسلة تحارب استخدمت تقنيات مختلفة لكشف التغيرات في نشاط القشرة المحية المحركة motor cortex activity. فحين شاهد المفعوضون المجرب يلتقط أشياء أو يؤدي إمارة لا معنى لها بيده على سبيل المثال، أوحى التفعيل العصبي المتزايد في عضلات أيديهم وأذرعهم التي تضطلع بتلك الحركات ذاتها باستجابة عصبونية مرآتية في الباحات motor areas المحركة من أدمغتهم كذلك فإن تحريات إضافية استخدمت فيها قياسات خارجية مختلفة للنشاط القشري المخي. مثل التخطيط الدماغية الكهربائي. دعمت فكرة وجود منظومة عصبونية مرآتية لدى البشر ولكن ما من واحدة من هذه التقنيات التي استخدمناها حتى الآن سمحت لنا بتحديد الباحات الدماغية الدقيقة التي تفعلت حين شاهد المفعوضون الأفعال المحركة. ولذلك انطلقنا لاستكشاف هذه المسألة بتقنيات مباشرة لتصوير الدماغ

فص جداري سفلي قشرة ضخمة أمام محرك بطيئة



دماغ بنسان

### فهم الفعل

في اختبارات مبكرة، تنشأ إلى حد كبير عصبون في الباحة أمام الحركة F5 المرتبطة بحركات الفم واليد، وذلك حينما قبض النسناس على حبة زبيب موضوعة على صفيحة (1). وقد استجاب العصبون نفسه بشدة حينما التقط المجرب حبة الزبيب أثناء مشاهدة النسناس له (2).

في تجاربهم على النسناس، اكتشف مؤلفو هذه المقالة مجموعات جزئية من العصبونات في باحات محرك دماغية (في اليسار) يبدو أن تنشيطها يمثل أفعالا بذاتها ماضطراب firing هذه «العصبونات المرآتية» يمكنه أن يولد لدى فرد ما استعرافا داخلياً بفعل يفعله فرد آخر. واستجابة هذه العصبونات قد تعكس كذلك فهم مقصد الحركة، فقد استنتج هؤلاء المؤلفون أن فهم الفعل هو مقصد أساسي لهذه الآلية المرآتية. وقد شوهد اشتراك هذه العصبونات المرآتية في فهم المقصد النهائي للفاعل في استجابات تلك العصبونات، التي ميزت بين أفعال غنص grasping actions منطابقة يجري أدائها لمقاصد مختلفة

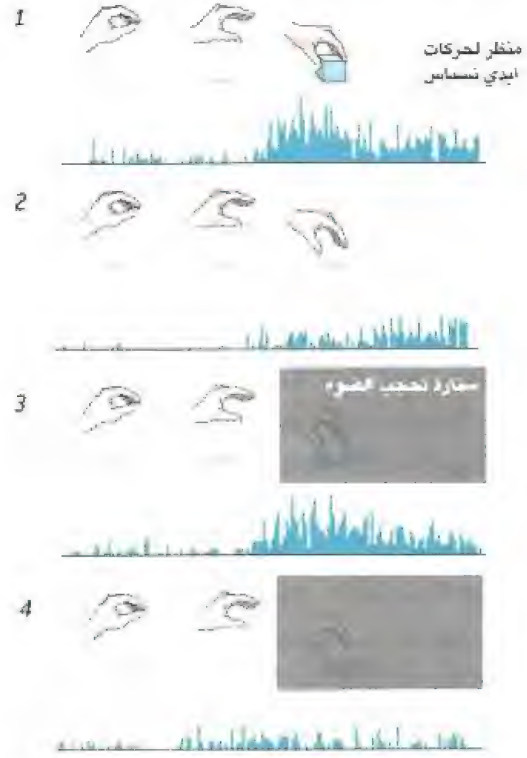
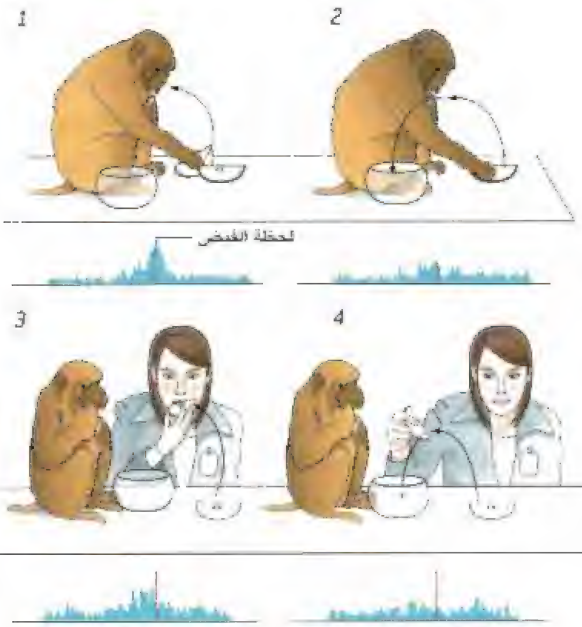


### تحديد المقصد<sup>(١)</sup>

في الفص الجداري السفلي من الدماغ تبدي القراءات المأخوذة من عصبون واحد اضطراباً شديداً حين أمسك النسناس قطعة فاكهة ليضعها في فمه (1). وكانت استجابة هذا العصبون أضعف قدراً حينما أمسك النسناس تلك القطعة ليضعها في وعاء (2). وكذلك استجاب نفس العصبون المرآتي بشدة حينما شاهد النسناس يد المجرب تؤدي إيماءة الالتقاط من أجل الأكل (3)، في حين استجاب بشكل ضعيف لفعل الالتقاط لوضع القطعة في الوعاء (4). وفي جميع هذه الحالات، كانت الاستجابات تراقب فعل القبض، مما يشير إلى أن التنشيط الأولي للعصبون قد كود encoded فيها للمقصد النهائي.

### هدف تمييزي<sup>(١)</sup>

لقد اضطرب بشدة عصبون مرآتي في الباحة F5 حينما شاهد النسناس يد المجرب وهي تتحرك لالتقاط شيء ما (1) ولكن ليس حينما تحركت اليد من دون شيء كهدف لها (2). هذا وقد استجاب العصبون نفسه لفعل شارب (موجه المقصد) حين عرف أن شيئاً ما كان خلف ستارة معتمة، مع أن الحيوان لم يكن يستطيع رؤية إتمام الفعل (3). وقد استجاب العصبون بشكل ضعيف حينما عرف النسناس أن لا شيء كان خلف الستارة (4).





تشكيلة متنوعة من العوامل، مثل طبيعة الشيء الذي يفعل فيه من جهة وسياق وذاكرة ما كان العنصر المشاهد يفعله من قبل من جهة أخرى.

ولرؤية ما إذا كان ثمة آلية مشابهة لقراءة المقاصد موجودة لدى البشر، ألفنا فريقاً لإجراء تجارب تصوير رنيني (تجاذبي) مغناطيسي وظيفي (fMRI) على متطوعين وكان يعرض على المتشاركين في هذه الاختبارات ثلاث مجموعات من المنبهات تحتوي عليهما كليتيات فيديو video clips المجموعة الأولى كانت تضم صوراً تعرض بدا تقبض على كوب وراء خلفية فارغة أما المجموعة الثانية فكانت تضم مشهدين يحتويان على أشياء (مثل صحون وسكاكين) مرتبة في أحدهما وكانتا جاهزة كي يستخدمها أحد ما في فترة شاي ما بعد الظهر. في حين أنها مرتبة في المشهد الثاني وكانت متروكة عقب أكلة سناك سابقة وأصبحت جاهزة للتنظيف وأما المجموعة المنبهة الثالثة فكانت تعرض بدا تقبض على كوب مأخوذ من واحد من ذلك السياقين.

لقد أردنا أن نفرر ما إذا كانت العصبونات المراتية البشرية تميز بين مسك كوب من أجل الشرب (كالكوب الذي في مشهد الجاهزية للشاي) وبين انتزاع الكوب لتحتيته جانباً من أجل التنظيف (على شاكلة الفئجاز المقترح في مشهد مجموعة التنظيف) ولم تبين نتائجنا أن ذلك يحصل بالفعل فحسب، بل بينت كذلك أن منظومة العصبونات المراتية استجابات بقوة للمكون القصدي intention component في الفعل فأقراد الاختبار الذين يشاهدون الأفعال المحركة ليدي في مشهد الشرب أو في مشهد التنظيف، أظهروا تنشيطاً متغايراً لمنظومتنا العصبونات المراتية لديهما، وكان النشاط العصبي المراتي أقوى في كلا هذين الموقفين منه حينما شاهد المفحوصون اليد وهي قابضة على كوب من دون أي مشهد يحفل به أو حينما يكتفون بالنظر إلى مكان هذه الأدوات فقط [أنظر الإطار في الصفحة المقابلة]

وباعتبار أن البشر والنسائيس أنواع حية

اجتماعية، فإنه ليس صعباً رؤية الميزة المحتملة للبقاء survival وراء آلية مبنية على العصبونات المراتية تستقطب الأفعال المحركة في شبكة محرك أكبر وذات دلالة تسمح بفهم مباشر وفوري لسلوك الآخرين من دون آلية معرفية معقدة ولكن في الحياة الاجتماعية يكون فهم انفعالات emotions الآخرين على الدرجة نفسها من الأهمية وبالفعل غالباً ما يكون الانفعال عنصرنا قريئاً contextual رئيسياً يعرب عن المراد من فعل ما وهذا هو السبب في أننا، ومجموعات بحثية أخرى، كنا نستكشف كذلك ما إذا كانت المنظومة المراتية

## حينما يستخدم الناس التعبير «إنني أشعر بآلك»، فإنهم قد لا يدركون بحق مدى صدق قولهم هذا.

تسمح لنا أن نفهم ما يشعره الآخرون إلى جانب فهمنا لما يفعلون

### اربط وتعلم

وكما هي الحال مع الأفعال، فإن البشر بلا شك يفهمون الانفعالات بأكثر من طريقة. ذلك أن مشاهدة شخص آخر يمر بانفعال يمكن أن تقدم إضافة معرفية لتلك المعلومة، الأمر الذي يسبب في نهاية المطاف استنتاجاً منطقياً حول ما يشعر به الشخص الآخر ولكن يمكن أن يسبب ذلك أيضاً رسماً مباشراً لخريطة تلك المعلومة الحسية على البنى المحركة التي سوف تولد خبرة ذلك الانفعال لدى المشاهد ونشير إلى أن هاتين التوسيلتين في تعرف الانفعالات تختلفان جداً إحداهما عن الأخرى ففي الأولى، يستدل المشاهد على الانفعال ولكنه لا يستشعره، وفي الثانية يحتل التعرف المقام الأول لأن الآلية المراتية تتبرر الحالة الانفعالية نفسها لدى المشاهد وهكذا، حينما يستخدم الناس التعبير «إنني أشعر بآلك» للإشارة إلى الفهم والتعاطف empathy كليهما، فإنهم قد لا

تحمل اسم «الجزيرة الأمامية» anterior insula الواقعة في بعض المواقع ذاتها داخل تلك البنية [أنظر الإطار في الصفحة 54]. وتشير هذه النتائج إلى أن جماعات من العصبونات المراتية في الجزيرة الأمامية تلك تصبح ناشطة حينما يستشعر المشاركون في الاختبار هذا الانفعال وكذلك حينما يروونه لدى آخرين وهم يعبرون عنه، وبكلمات أخرى، فإن المشاهد والمشاهد كليهما يتشاركان في آلية عصبية تتبع شكلاً من الفهم الخروفي المباشر direct experiential understanding

لقد وجدت أن سنكر، [ورملاًوها في جامعة لندن] توافقات مشابهة بين انفعالات مستشعرة experienced وأخرى مشاهدة في سياق الألم ففي تلك التجربة شعر المشاركون بالألم تولده إلكترونات وضعت على أيديهم، ومن ثم شاهدوا إلكترونات وضعت على يد شريك لهم في الاختبار يعقبها إنعاج لتنبية مؤلم فكلاً الموقعين نشطاً المناطق ذاتها من الجزيرة الأمامية والقشرة الحزامية الأمامية anterior cingulate cortex لدى المفحوصين

وإذا ما أخذنا في الاعتبار هذه البيانات

(Connect and Learn 4)



إلى أجسوبة، بما في ذلك الدور الممكن للمنظومة المرآتية في موضوع اللغة التي تُعدّ واحدة من أكثر المهارات المعرفية تعقيداً في الحياة البشرية. فالمنظومة العصبونية المرآتية البشرية تضم **ناحية بروكا Broca's area** التي هي مركزٌ مخيٌّ قشريٌّ يتعلق باللغة. فإذا كان التخطّط البشري، حسبما يعتقد بعض علماء اللغة، قد بدأ أولاً بإيماءات وجهية ويدوية، فإن العصبونات المرآتية عتد ربما تكون قد أدت دوراً مهماً في نشوء اللغة وفي الحقيقة، تقدّم هذه الآلية المرآتية حلاً لشكّتين جوهريتين في التخطّط العقلي وهما التّعدال pantsy والفهم المباشر فالتّعدال يستلزم أن المعنى ضمن الرسالة هو نفسه لدى المرسل ولدى المتلقّي على السواء، والفهم المباشر يعني عدم ضرورة وجود اتفاق مسبق بين الأفراد (على رموز لا على التعيين على سبيل المثال) من أجل أن يفهم أحدهم الآخر. إذ إن الوفاق accord هو عنصر موروث في التنظيم (التعضّي) العصبي لدى كلا الشّخصين وهكذا يمكن أن يكون ما سمح لـ «جمال» و«مريم» الاتّصال فيما بينهما من دون كلمات، وما يسمح لأفراد البشر عموماً بالتخطّط في عدة مستويات، هو أثارها الداخلية التي أشرنا إليها ■



يتطلب التقليد استنساخ الأفعال التي يقوم بها شخص آخر. فإذا كانت العصبونات المرآتية هي الأساس الذي تقوم عليه السهولة البشرية الفريدة للتقليد، فإن المنظومة المرآتية قد تقوم بدور جسر يسمح لنا بتعلّم مهارات جديدة

مميّزة لعلّة التّوحد (الداتورية). فإننا نعمل حالياً على أطفال توحيدين لمعرفة ما إذا كانت لديهم نقائص محرّكة ملحوظة يمكن أن تكون علامة على خلل وظيفي عام في المنظومة العصبونية المرآتية

لقد مضى فقط عقد واحد من السنين على اكتشافاتنا الأولى حول العصبونات المرآتية، وأمامنا العديد من الأسئلة بحاجة

من أجل استنساخها في تعبيرات محرّكة. فإذا كانت المنظومة العصبونية المرآتية تصلّح كجسر في هذه العملية، فإنها إضافة إلى قيامها بتوفير فهم لأفعال الناس ومقاصدهم وانفعالاتهم، ربما تكون قد تطوّرت لتصبح مكوناً مهماً في مقدرة الإنسان على تعلّم مهارات معرفيّة معقّدة مبنية على المشاهدة.

ولا يعرف العلماء حتى الآن ما إذا كانت المنظومة العصبونية المرآتية تقتصر على الرئيسات أو أنها موجودة أيضاً لدى حيوانات أخرى وتقوم مجموعتنا البحثية حالياً باختبارات على الجرذان لرؤية ما إذا كان هذا الحيوان يبدي أيضاً استجابات عصبونية مرآتية. وقد تكون مثل هذه المرآتية الداخلية خاصة نشأت لاحقاً في التطور، الأمر الذي يمكن أن يفسّر سبب كونها أكثر شمولاً لدى البشر منها لدى النسانيس. ولكن لما كان الإنسان الوليد وكذلك صغار النسانيس، يستطيعون تقليد إيماءات بسيطة مثل مدّ اللسان، فإن المقدرة على تكوين طبقات مرآتية للأفعال المشاهدة قد تكون خاصيّة فطرية ونظراً لكون الافتقار للمرآتية الانفعالية emotional mirroring سمة

## المؤلفون

Giacomo Rizzolatti • Leonardo Fogassi • vittorio Gallese

يعملون معاً في جامعة بارما بإيطاليا، حيث يشغل «ريزولاتي» منصب رئيس قسم العلوم العصبية و«فوكاسي» و«غاليسي» هما أستاذان مشاركان في هذا القسم. وقد كشفت دراساتهم في أوائل تسعينيات القرن الماضي للمنظومات المحركة في دماغ النسانيس والبشر وجود عصبونات ذات خواص مرآتية. ومنذ ذلك الوقت وأصلوا نظريّة تلك العصبونات المرآتية لدى البشر والنسانيس، كما تحرّروا دور المنظومة المحركة في المعرفة cognitive العامة. وكثيراً ما تعاونوا مع مجموعات بحثية أخرى في أوروبا والولايات المتحدة لدراس حالياً وسعة breadth وطاقم المنظومة العصبونية المرآتية لدى البشر والحيوانات

## مراجع للاستزادة

**Action Recognition in the Premotor Cortex.** Vittorio Gallese, Luciano Fadiga, Leonardo Fogassi and Giacomo Rizzolatti in *Brain*, Vol. 119, No. 2, pages 593–609, April 1996

**A Unifying View of the Basis of Social Cognition.** V. Gallese, C. Keysers and G. Rizzolatti in *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 8, pages 396–403, 2004.

**Grasping the Intentions of Others with One's Own Mirror Neuron System.** Marco Iacoboni et al. in *PLoS Biology*, Vol. 3, Issue 3, pages 529–535, March 2005

**Parietal Lobe: From Action Organization to Intention Understanding.** Leonardo Fogassi et al. in *Science*, Vol. 302, pages 662–667, April 29, 2005

*Scientific American*, November 2006

## مرايا متكسرة:

### نظرية في التوحد (الذاتوية)

يمكن لدراسات منظومة العصبونات المرآتية أن تقدم دالات على أسباب التوحد، وأن تساعد الباحثين على تطوير طرق جديدة لتشخيص هذا الاضطراب ومعالجته.

(S.V. راماشاندران - M.L. أوبرمان)

في الدماغ تدعى العصبونات المرآتية mirror neurons. فقد ظهر أن لهذه العصبونات علاقة بقدرات عدة، منها تفهم أحاسيس الآخرين وإدراك مقاصدهم ولذا بدأ من المنطقي افتراض وجود خلل وظيفي dysfunction في منظومة العصبونات المرآتية ربما نجمت عنه بعض أعراض التوحد. وأسهمت دراسات عديدة في البرهان على هذه النظرية على امتداد العقد الماضي وقد تفسر الاستقصاءات اللاحقة للعصبونات المرآتية كيف ينشأ التوحد: كما قد يتوصل الأطباء في الوقت ذاته إلى طرائق أفضل لتشخيص هذا الاضطراب ومعالجته بنجاح.

#### تفسير الأعراض

على الرغم من أن العلامات التشخيصية الأساسية للتوحد هي الانعزال الاجتماعي وانعدام التواصل بالنظر وضعف القدرة اللغوية وفقدان إدراك أحاسيس الآخرين، هناك أعراض أخرى معروفة بدرجة أقل ولكنها واضحة بصفة عامة، فالعديد من التوحدين يعانون مشكلات في فهم التعابير المجازية metaphors ويفسرونها حرفياً أحياناً، كما يلاقون صعوبات في تقليد أفعال الآخرين. وغالباً ما يظهرون استغراقاً شاذاً في أمور تافهة ويتجاهلون مظاهر مهمة في بيئتهم، وخاصة محيطهم الاجتماعي ومن الأمور المحيرة كذلك ما هو مألوف من

الأخر، ومع ذلك، حدثت مصادفة غريبة، إذ سمي كل منهما هذه المتلازمة بالاسم نفسه وهو: التوحد (الذاتوية) autism، المشتق من الكلمة اليونانية autos وتعني «الذات» self وهذا الاسم مناسب جداً، لأن السمة الأشد وضوحاً في هذا الاضطراب هي الابتعاد عن التفاعل الاجتماعي ومنذ عهد غير بعيد تبني الأطباء مصطلح «اضطراب طيف التوحد» ليوضحوا أن هذا المرض مرتبط بمتغيرات variants عديدة متفاوتة في شدتها، غير أنها تشترك في بعض الأعراض المميزة.

ومنذ أن تم استيعاف التوحد، بدأ الباحثون بالعمل حامين لتحديد أسبابه ويعرف العلماء أن الاستعداد للتوحد موروث، مع أن عوامل الخطورة البيئية تبدو ذات دور أيضاً [انظر: «الأسول المبكرة للذاتوية»، العلوم، العددان 675 (2000)، ص 12]. وابتداءً من أواخر تسعينات القرن العشرين شرع الباحثون في مختبرنا بجامعة كاليفورنيا في العمل على استكشاف ما إذا كان ثمة ترابط بين التوحد وبين صنف من الخلايا العصبية

للوهلة الأولى قد لا تلاحظ أي أمر غريب حين لفاتك صبيًا صغيراً مصاباً بالتوحد (الذاتوية) ولكن إذا حاولت محادثته، سرعان ما يتضح لك أن لديه مشكلة خطيرة حقاً، فقد لا يتواصل معك بالخطر بل يتحاشى نظرتك الحديقة مظهرًا بعصبية تملله، أو يهز جسمه إلى الأمام والخلف، أو يضرب رأسه بالحائط. ومما يثير القلق والحيرة أنه لا يبدي أية قدرة على مواصلة ما يمكن أن يشبه - ولو من بعيد - الحادثة السوية وعلى الرغم من معاناته اندفعالات الخوف والغضب والسرور وغيرها، فقد يعزز تفهم أحاسيس الآخرين (التسامع) empathy، ويبدو غير واع للتلميحات الاجتماعية المصقولة التي يفهمها بلا عنا، معظم الأطفال.

وفي أربعينات القرن العشرين اكتشف «إ. كانز» [طبيب الأمراض النفسية الأمريكي] و«H. أسبرجر» [طبيب الأطفال النمساوي] - كل منهما على أفراد - اضطراب النمو هذا الذي يصيب نحو 0.5 في المئة من الأطفال الأمريكيين ولم يكن لدى أي من هذين الطبيعيين علم بعمل

#### نظرة إجمالية/ العصبونات المرآتية والتوحد (الذاتوية)

- نظراً إلى ما يبدو من تدخل العصبونات المرآتية في التآثر الاجتماعي، فإن خلل وظائف منظومة العصبونات قد يفسر بعض الأعراض الأولية للتوحد، بما فيها الانعزال وفقدان إدراك أحاسيس الآخرين.
- تظهر الدراسات على الأفراد التوحدين فقداناً في نشاط العصبونات المرآتية في مناطق متعددة من الدماغ. ويأمل الباحثون أن تمكن المعالجات المصممة لاستعادة هذا النشاط من تطفيف بعض أعراض التوحد.
- يمكن لفرضية متممة complementary، نظرية المنظر العام البارز، أن تغلل الأعراض الثانوية للتوحد، كقرط التحسس مثلاً.

BROKEN MIRRORS: A THEORY OF AUTISM  
Overview: Mirror Neurons and Autism  
Explaining the Symptoms  
mirror neuron system  
autism spectrum disorder  
deindividuation



قد يجابه الأطفال التوحدين صراعا في التأخر الاجتماعي لأن منظومة العصبونات المرآتية لديهم لا تؤدي وظيفتها على النحو السليم

في حالات التوحد وعلى النقيض من ذلك، لا ترى أية أعراض نمطية للتوحد بين المصابين بمرض في المخيخ ومن المحتمل أن تكون التغيرات المخيخية الملاحظة في الأطفال التوحدين أثارا جانبية غير مترابطة لجينات شاذة تولد تأثيراتها الأخرى الأسباب الحقيقية للتوحد

reingerator mother

الأطفال التوحدين شذوذات وصفية في المخيخ cerebellum، وهو البنيان الدماغى المسئول عن تنسيق الحركات المعقدة للعضلات الإرادية ومع وجوب أخذ هذه الملاحظات في الاعتبار في أي تفسير نهائي للتوحد، فما زال من المبكر استنتاج أن تأخر المخيخ هو السبب الوحيد لهذا الاضطراب ومن المألوف أن يؤدي تأخر المخيخ الناجم عن سكتة stroke عند الطفل إلى رعاش tremors، وترنج في المشية، وحركات عينية غير سوية - وهي أعراض تذكر مشاهدتها

إبدانهم كرها شديدا جدا لبعض الأصوات التي تفرع - لسبب غير واضح - اجراس الخطر في عقولهم ومن الممكن تقسيم النظريات التي طرحت لشرح التوحد إلى مجموعتين تشريحية ونفسية (وقد استبعد الباحثون مجموعة ثالثة من النظريات - كنظرية «الأم التالفة» التي نضع اللوم في هذا الاضطراب على سوء التربية) وبصورة أدق بين «أ كورشييسن» [من جامعة كاليفورنيا في سان دييغو] وغيره من المشركين anatomists أن لدى



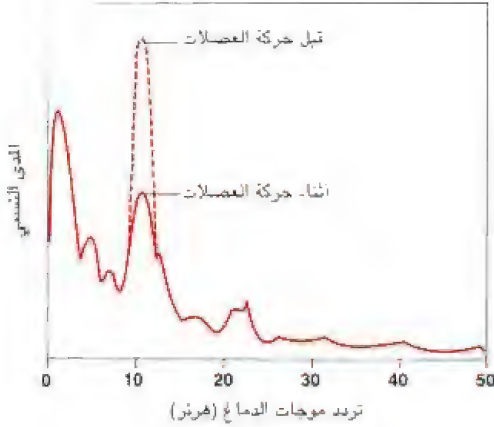


لدراسة منظومة العصبونات المراتية عند التوحدين. اعتمد الباحثون على ما لاحظوه من أن تفعل العصبونات في القشرة أمام الحركية بكبت الموجة mu وهي أحد المكونات في مقياس مخطط كهربائية نشاط الدماغ (EEG) [وتتفاوت مدى الموجات mu بين 8 و 13 هرتز] وراقب الباحثون الموجات mu عند أطفال توحدين وعند أطفال شواهد وذلك أثناء أدائهم حركات عضلية إرادية ومن ثم مشاهدتهم صورا فيديو لأفعالهم ذاتها

تتفعل عصبونات الأوامر الحركية حالما يؤدي الشخص حركة عضلية إرادية لقد طلب الباحثون إلى المفحوصين جميعهم أن يمسكوا ويغلقوا أيديهم اليمنى. فلاحظوا أن هذا الفعل كبت مدى الموجات mu عند الأطفال التوحدين والشواهد كما هو متوقع

## أثناء القيام بعمل

تتفعل عصبونات الأوامر الحركية حالما يؤدي الشخص حركة عضلية إرادية لقد طلب الباحثون إلى المفحوصين جميعهم أن يمسكوا ويغلقوا أيديهم اليمنى. فلاحظوا أن هذا الفعل كبت مدى الموجات mu عند الأطفال التوحدين والشواهد كما هو متوقع

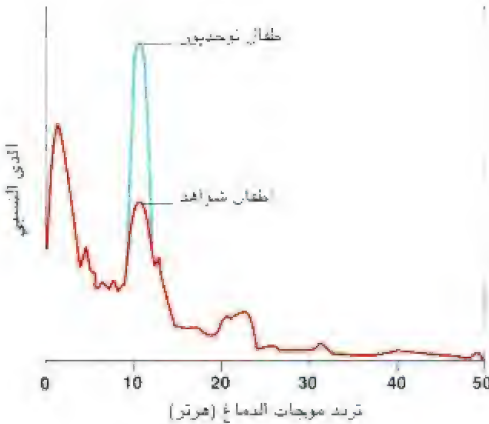


فتح اليد  
وإغلاقها



## أثناء محاكاة عمل

تتفعل أيضا العصبونات المراتية في القشرة أمام الحركية حينما يلاحظ الشخص شخصا آخر يؤدي عملا أخذ الباحثون مقياس EEG لنشاط الدماغ فيما كان المفحوصون يراقبون صورا فيديو ليد تفتح وتغلق فلاحظوا أن الموجات mu هبطت عموديا [اللون الأحمر] عند المفحوصين الشواهد. في حين لم يلاحظ أي كبت لدى التوحدين [اللون الأزرق] وتوحي هذه النتيجة أن منظومة العصبونات المراتية عند التوحدين قاصرة



صورة فيديو  
ليد تفتح وتغلق













